COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT QUARANTE-QUATRIÈME.

JANVIER — JUIN 1907.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1907

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1907.

SCIENCES MATHÉMATIQUES

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) (O. ✻).
POINCARÉ (Jules-Henri) (C. ✻).
PICARD (Charles-Émile) (O. ✻).
APPELL (Paul-Émile) (C. ✻).
PAINLEVÉ (Paul) ✻.
HUMBERT (Marie-Georges) ✻.

SECTION II. — *Mécanique.*

LEVY (Maurice) (O. ✻).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) (O. ✻).
DEPREZ (Marcel) (O. ✻).
LÉAUTÉ (Henry) (O. ✻)
SEBERT (Hippolyte) (C. ✻).
VIEILLE (Paul-Marie-Eugène) (O. ✻).

SECTION III. — *Astronomie.*

JANSSEN (Pierre-Jules-César) (C. ✻).
LŒWY (Maurice) (C. ✻).
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) (O. ✻).
RADAU (Jean-Charles-Rodolphe) ✻.
DESLANDRES (Henri-Alexandre) ✻.
BIGOURDAN (Guillaume) ✻.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ✻).
GRANDIDIER (Alfred) (O. ✻).
BASSOT (Jean-Léon-Antoine) (C. ✻).
GUYOU (Émile) (C. ✻).
HATT (Philippe-Eugène) (O. ✻).
BERTIN (Louis-Émile) (C. ✻).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

MASCART (Éleuthère-Élie-Nicolas) (G. O. ❄).
LIPPMANN (Gabriel) (C. ❄).
BECQUEREL (Antoine-Henri) (O. ❄).
VIOLLE (Louis-Jules-Gabriel) (O. ❄).
AMAGAT (Émile-Hilaire) ❄.
GERNEZ (Désiré-Jean-Baptiste) (O. ❄).

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

TROOST (Louis-Joseph) (C. ❄).
GAUTIER (Émile-Justin-Armand) (O. ❄).
MOISSAN (Henri) (C. ❄).
DITTE (Alfred) (O. ❄).
LEMOINE (Georges) (O. ❄).
HALLER (Albin) (O. ❄).

Section VII. — *Minéralogie.*

GAUDRY (Jean-Albert) (C. ❄).
BERTRAND (Marcel-Alexandre) (O. ❄).
LÉVY (Auguste-Michel) (O. ❄).
LAPPARENT (Albert-Auguste DE) ❄.
LACROIX (François-Antoine-Alfred) ❄.
BARROIS (Charles-Eugène) (O. ❄).

Section VIII. — *Botanique.*

VAN TIEGHEM (Philippe-Édouard-Léon) (O. ❄).
BORNET (Jean-Baptiste-Édouard) (O. ❄).
GUIGNARD (Jean-Louis-Léon) (O. ❄).
BONNIER (Gaston-Eugène-Marie) ❄.
PRILLIEUX (Édouard-Ernest) (O. ❄).
ZEILLER (Charles-René) (O. ❄).

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (C. ✻).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (C. ✻).
MUNTZ (Charles-Achille) (O. ✻).
ROUX (Pierre-Paul-Émile) (C. ✻).
SCHLŒSING (Alphonse-Théophile) ✻.
MAQUENNE (Léon-Gervais-Marie) ✻.

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

RANVIER (Louis-Antoine) (O. ✻).
PERRIER (Jean-Octave-Edmond) (O. ✻).
CHATIN (Joannès-Charles-Melchior) ✻.
GIARD (Alfred-Mathieu) ✻.
DELAGE (Marie-Yves) ✻.
BOUVIER (Louis-Eugène) ✻.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

BOUCHARD (Charles-Jacques) (G. O. ✻).
GUYON (Jean-Casimir-Félix) (C. ✻).
ARSONVAL (Arsène D') (C. ✻).
LANNELONGUE (Odilon-Marc) (C. ✻).
LAVERAN (Charles-Louis-Alphonse) (O. ✻).
DASTRE (Albert-Jules-Frank) ✻.

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

DARBOUX (Jean-Gaston) (C. ✻), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. C. ✻), pour les Sciences physiques.

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULSES DE) (O. ✻).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (G. O. ✻).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ✻).
LAUSSEDAT (Aimé) (G. O. ✻).
CARNOT (Marie-Adolphe) (C. ✻).
ROUCHÉ (Eugène) (O. ✻).
PICARD (Alfred-Maurice) (G. C. ✻).
LABBÉ (Léon) (C. ✻).
N. . . . .
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

KELVIN (Sir William THOMSON, Lord), à Glasgow (G. O. ✻).
LISTER (Lord), à Londres.
NEWCOMB (Simon) (C. ✻), à Washington.
SUESS (Édouard), à Vienne.
HOOKER (Sir Joseph-Dalton), à Kew.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
KOCH (Robert), à Berlin.
AGASSIZ (Alexandre) (O. ✻), à Cambridge (Massachusetts).

CORRESPONDANTS.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie* (10).

SCHWARZ (Hermann-Amandus), à Grünewald, près Berlin.
KLEIN (Félix), à Gœttingue.
MÉRAY (Hugues-Charles-Robert) (O. ✻), à Dijon.
ZEUTHEN (Hieronymus-Georg), à Copenhague.
MITTAG-LEFFLER (Magnus-Gustaf) (O. ✻), à Stockholm.

Messieurs :

DEDEKIND (Julius-Wilhelm-Richard), à Brunswick.
NŒTHER (Max), à Erlangen.
VOLTERRA (Vito), à Rome.
GUICHARD (Claude), à Clermont-Ferrand.
GORDAN (Paul), à Erlangen.

SECTION II. — *Mécanique* (10).

CONSIDÈRE (Armand-Gabriel) (O. ✻), à Quimper.
AMSLER (Jacob), à Schaffhouse.
VALLIER (Frédéric-Marie-Emmanuel) (O. ✻), à Versailles.
DWELSHAUVERS-DERY (Victor-Auguste-Ernest) ✻, à Liége.
BAZIN (Henry-Émile) (O. ✻), à Chenôve (Côte-d'Or).
DUHEM (Pierre), à Bordeaux.
ZEUNER (Gustav-Anton), à Dresde.
HOFF (Jacobus-Henricus VAN'T) ✻, à Berlin.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie* (16).

LOCKYER (Sir Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (Sir William), à Londres.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard) (O. ✻), à Marseille.
HALL (Asaph) ✻, à Goshen, Connecticut.
AUWERS (Arthur), à Berlin.
BACKLUND (Oskar), à Poulkova.
GILL (Sir David) (O. ✻), à Londres.
BAKHUYZEN (VAN DE SANDE) (O. ✻), à Leyde.
CHRISTIE (William-Henry), à Greenwich (Angleterre).
ANDRÉ (Charles-Louis-François) ✻, à l'Observatoire de Lyon.
BAILLAUD (Édouard-Benjamin) (O. ✻), à l'Observatoire de Toulouse.
HILL (George-William), à West-Nyack.
TRÉPIED (Jean-Charles) ✻, à l'Observatoire d'Alger.
WEISS (Edmond) (O. ✻), à l'Observatoire de Vienne.
VOGEL (Herman-Carl), à Postdam.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (10).

Messieurs :

TEFFÉ (le baron DE), à Rio-de-Janeiro.
GRIMALDI (Albert-Honoré-Charles) (G. C. ✻), prince souverain de Monaco, à Monaco.
NANSEN (Fridtjof) (C. ✻), à Bergen (Norvège).
HELMERT (Frédéric-Robert), à Potsdam.
COLIN (le R. P. Édouard-Élie), à Tananarive.
GALLIENI (Joseph-Simon) (G. O. ✻), à Saint-Raphaël (Var).
DAVIDSON (George), à San-Francisco.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (10).

CROVA (André-Prosper-Paul) (O. ✻), à Montpellier.
RAYLEIGH (John-William STRUTT, Lord) (O. ✻), à Essex.
BLONDLOT (René-Prosper) ✻, à Nancy.
HITTORF (Wilhem), à Munster (Prusse).
VAN DER WAALS (Johannes-Diderik), à Amsterdam.
MICHELSON (Albert-A.), à Chicago.
GOUY (Georges-Louis), à Lyon.
BENOIT (Justin-Miranda-René) ✻, à Sèvres.
LORENTZ (Hendrik-Anton), à Leyde.
CROOKES (Sir William), à Londres.

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (10).

LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ✻, à Cognac.
BAEYER (Adolf VON), à Munich.
ROSCOÉ (Sir Henry-Enfield) (O. ✻), à Londres.
CANNIZZARO (Stanislas) (O. ✻), à Rome.
RAMSAY (William) (O. ✻), à Londres.
MENDELEEF (Dmitry-Iwanowitch), à Saint-Pétersbourg.
FISCHER (Émile), à Berlin.

Messieurs :

SABATIER (Paul), à Toulouse.
FORCRAND (Hippolyte-Robert DE), à Montpellier.
HENRY (Louis), à Louvain.

SECTION VII. — *Minéralogie* (10).

GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ✻, à Lille.
GEIKIE (Sir Archibald), à Londres.
TSCHERMAK (Gustav), à Vienne.
DEPÉRET (Charles-Jean-Julien) ✻, à Lyon.
ROSENBUSCH (Harry), à Heidelberg.
PERON (Pierre-Alphonse) (C. ✻), à Auxerre.
OEHLERT (Daniel) ✻, à Laval.
KLEIN (Johann-Friedrich-Carl), à Berlin.
BRÖGGER (Wlademar-Christofer), à Christiania.
HEIM (Albert), à Zurich.

SECTION VIII. — *Botanique* (10).

CLOS (Dominique) ✻, à Toulouse.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior) ✻, à Buitenzorg, près Batavia (Java).
SCHWENDENER (Simon), à Berlin.
PFEFFER (Wilhelm-Friedrich-Philipp), à Leipzig.
STRASBURGER (Édouard), à Bonn.
WARMING (Johannes-Eugenius-Beilow), à Copenhague.
FLAHAULT (Charles-Henri-Marie) ✻, à Montpellier.
BERTRAND (Charles-Eugène) ✻, à Lille.

SECTION IX. — *Économie rurale* (10).

HOUZEAU (Auguste) (O. ✻), à Rouen.
ARLOING (Saturnin) (C. ✻), à Lyon.
PAGNOUL (Aimé), à Arras.
GAYON (Léonard-Ulysse), (O. ✻), à Bordeaux.
KUEHN (Julius), à Halle.

Messieurs :

WINOGRADSKI (Serge), à Saint-Pétersbourg.
YERMOLOFF (Alexis) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
TISSERAND (Louis-Eugène) (G. O. ✻), à Vaucresson.
FLICHE (Paul) ✻, à Nancy.
N. . . . .

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
SABATIER (Armand) (O. ✻), à Montpellier.
RETZIUS (Gustave), à Stockholm.
BERGH (Ludwig-Rudolph-Sophus), à Copenhague.
LANKESTER (Edwin-Ray), à Londres.
LORTET (Louis) (O. ✻), à Lyon.
MAUPAS (Émile-François), à Alger.
VAN BENEDEN (Édouard), à Liége.
METCHNIKOFF (Élie) (O. ✻), à Sèvres.
WALDEYER (Henri-Guillaume-Godefroi), à Berlin.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (10).

LÉPINE (Jacques-Raphaël) (O. ✻), à Lyon.
HERRGOTT (François-Joseph) (O. ✻), à Nancy.
ENGELMANN (Théodor-Wilhelm), à Berlin.
LEYDEN (Ernst VON), à Berlin.
MOSSO (Angelo), à Turin.
ZAMBACO (Démétrius-Alexandre) (O. ✻), à Constantinople.
CZERNY (Vincent-Joseph), à Heidelberg.
BACCELLI (Guido), à Rome.
CALMETTE (Léon-Charles-Albert) (O. ✻), à Lille.
N.. . . . .

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JANVIER 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

M. H. **Poincaré**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1906.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1907.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXLI (2e semestre 1905) a paru avec ses Tables.

Les numéros de l'année 1906 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLIX a été mis en distribution au mois de juillet. Ce Volume comprend : une *Notice historique sur Charles*

Hermite, par M. Darboux, pages I-LIV. — Un Mémoire de M. L.-E. Bertin, intitulé : *Le navire à vapeur sur son cercle de giration : forces en jeu, angles de dérive et de déclinaison*, pages 1-53. — Un travail de M. Berthelot, intitulé : *Archéologie et histoire des sciences*, pages 1-377.

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie. — Tome L, Mémoire n° 1. Ce Mémoire a pour titre : *Théorie approchée de l'écoulement de l'eau sur un déversoir à mince paroi*, par M. J. Boussinesq; ce travail comprendra environ 10 feuilles, dont les 4 premières sont tirées; la fin du Mémoire est en placards.

Mémoires des Savants étrangers. — Tome XXXIII. Le Mémoire n° 1 est imprimé, il a pour titre : *Mémoire sur les déplacements à trajectoires sphériques*, par M. Émile Borel, pages 1-128. Le Mémoire n° 2 est également imprimé, il a pour titre : *Essais sur le calcul du nombre des classes de formes quadratiques binaires aux coefficients entiers*, par M. Mathias Lerch, pages 1-241. Le Mémoire n° 3 est en cours d'impression, il est intitulé : *Mémoire sur l'ellipticité du géoïde dans le tunnel du Simplon*, par M. Marcel Brillouin.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1906.

Membres décédés.

Section de Physique : M. **Curie**, le 19 avril.

Académiciens libres : M. **Bischoffsheim**, le 20 mai; M. **Brouardel**, le 23 juillet.

Membre élu.

Section de Physique : M. **Gernez**, le 25 juin, en remplacement de M. Curie.

Membres à remplacer.

Académiciens libres : M. **Bischoffsheim**, décédé; M. **Brouardel**, décédé.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1906.

Correspondants décédés.

Section de Mécanique : M. **Boltzmann**, à Vienne, le 5 septembre; M. **Sire**, à Besançon, le 12 septembre.

Section d'Astronomie : M. **Langley**, à Washington, le 27 février; M. **Rayet**, à Bordeaux, le 14 juin.

Section de Géographie et Navigation : M. **Bienaymé**, à Toulon, le 25 janvier; M. **Oudemans**, à Utrecht, le 14 décembre; M. **Normand**, au Havre, le 21 décembre.

Correspondants élus.

Section d'Astronomie : M. **Trépied**, à Alger, le 29 février, en remplacement de M. **Perrotin**, décédé; M. **Weiss**, à Vienne, le 18 juin, en remplacement de M. **Struve**, décédé; M. **Vogel**, à Potsdam, le 2 juillet, en remplacement de M. **Langley**, décédé.

Section de Physique : Sir **William Crookes**, à Londres, le 12 février, en remplacement de M. **Bichat**, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Albert Heim**, à Zurich, le 26 février, en remplacement de M. **de Richthoffen**, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Mécanique : M. **Boltzmann**, à Vienne, décédé le 5 septembre 1906; M. **Sire**, à Besançon, décédé le 12 septembre 1906.

Section d'Astronomie : M. **Rayet**, à Bordeaux, décédé le 14 juin 1906.

Section de Géographie et Navigation : M. **Bienaymé**, à Toulon, décédé le 25 janvier 1906; M. **Oudemans**, à Utrecht, décédé le 14 décembre 1906; M. **Normand**, au Havre, décédé le 21 décembre 1906.

Section d'Économie rurale : M. **Laurent**, à Gembloux, décédé le 20 février 1904.

Section de Médecine et Chirurgie : Sir **J.-S. Burdon Sanderson**, à Oxford, décédé en 1905.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la distillation des alliages d'argent et de cuivre, d'argent et d'étain, d'argent et de plomb.* Note de MM. **Henri Moissan** et **Tosio Watanabe.**

Dans une série de recherches sur la distillation des corps simples, l'un de nous [1] a fixé les conditions de l'ébullition d'un certain nombre de métaux ainsi que les propriétés de ces éléments condensés sur une paroi froide. Ces expériences, répétées sur différents corps simples dans les mêmes conditions, ont fourni d'intéressantes comparaisons; il nous a paru utile, pour les vérifier, d'étudier au four électrique la distillation d'un certain nombre d'alliages.

Une première étude a été réalisée sur ce sujet par MM. Moissan et O'Farrelley [2], qui avaient envisagé la distillation des alliages que le cuivre fournit avec le zinc, le cadmium, le plomb et l'étain. Il s'agissait, dans ce cas, de métaux très facilement volatils. Nous avons entrepris l'étude de la distillation des alliages d'argent et de cuivre, d'argent et d'étain, d'argent et de plomb. En prenant ainsi différents alliages ayant un métal commun, et en multipliant les expériences, on peut obtenir un ensemble de résultats comparables.

Les expériences que nous donnons dans cette Note ont été réalisées dans le four électrique à tube décrit antérieurement. Nous rappellerons que les tubes et les nacelles de graphite que nous employons sont aussi purs que possible et ne doivent jamais contenir plus de 1 pour 100 de cendres. Les métaux préparés spécialement pour ces recherches ont été fondus au préalable dans des proportions déterminées, vérifiées ensuite par des analyses. Une nouvelle analyse portant sur plusieurs fragments du lingot recueilli après l'expérience permet de se rendre compte de la quantité de chaque métal qui reste dans la nacelle et, par différence, des quantités distillées.

---

(1) H. Moissan, *Sur la distillation des corps simples* (*Annales de Ch. et de Ph.*, 8e série, t. VIII, 1906, p. 145.

(2) H. Moissan et O'Farrelley, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 1659.

Alliage d'argent et de cuivre. — Nous sommes partis d'un alliage de cuivre et d'argent qui renfermait, à peu près, portions égales de ces deux métaux et nous avons fait varier le temps de chauffe de 1 minute à 15 minutes ainsi qu'il ressort du Tableau suivant :

					Composition de l'alliage			
					initial.		final.	
Durée de la chauffe.	Poids de l'alliage initial.	Alliage restant.	Différences.	Perte de poids.	Ag.	Cu.	Ag.	Cu.
min.	g.	g.	g.	pour 100	pour 100	pour 100	pour 100	pour 100
1..	39,1434	38,2113	0,9321	3,00	48,85	51,04	49,86	50,64
2..	39,7698	38,9113	0,8585	2,16	»	»	49,29	50,89
3..	40,5854	36,1218	4,4636	11,00	»	»	45,11	54,63
4..	40,0604	35,6215	4,4389	11,08	49,12	51,18	47,42	52,02
5..	40,5944	22,0588	18,5356	36,28	»	»	20,91	78,64
6..	40,3194	20,8413	19,4781	48,31	»	»	17,98	81,34
7..	36,1314	21,6544	15,4770	42,84	»	»	18,54	81,27
9..	38,9549	26,4700	12,4849	30,60	49,55	49,65	18,33	80,70
13..	39,5539	13,6100	25,9439	65,59	49,55	49,65	4,77	94,43
15..	39,3404	6,7740	32,5664	82,77	»	»	3,62	95,22 (1)

Le début de l'expérience datait du moment où l'alliage était liquide. Le courant était maintenu aussi constant que possible dans les environs de 500 ampères sous 110 volts. La volatilisation commence après 35 secondes et après 3 minutes de distillation une certaine quantité de graphite est déjà entrée en solution dans l'alliage.

Pendant les trois premières minutes, les quantités d'argent restant dans la nacelle varient peu et la quantité de vapeur produite par la distillation peut être regardée à peu près comme constante jusqu'à la sixième minute. Puis elle croît brusquement pendant que la quantité d'argent diminue dans l'alliage.

Il est possible qu'à partir de la quatrième minute, il se forme un alliage défini, mais il ne serait stable qu'à l'état liquide, car la métallographie et l'étude physique des alliages de cuivre et d'argent n'ont indiqué l'existence d'aucun composé défini de ces deux métaux.

Il ressort de cet ensemble d'expériences que, plus la distillation est longue, plus l'alliage restant s'enrichit en cuivre. Nos expériences démontrent donc que le point d'ébullition du cuivre est plus élevé que celui de l'argent. Nous sommes partis d'un alliage à 49,55 d'argent et à 49,65 de

(1) Ce résidu contenait une petite quantité de fer et de calcium.

cuivre et, après 15 minutes de chauffe, nous avons obtenu un alliage à 3,62 d'argent et à 95,22 de cuivre.

Alliage d'argent et d'étain. — Dans une Note précédente MM. Moissan et O'Farrelley ont établi que le point d'ébullition de l'étain est plus élevé que celui du cuivre. Il était intéressant de chercher s'il existe une différence notable entre le point d'ébullition de l'étain et celui de l'argent. Nous sommes partis d'un alliage initial qui contenait 36,98 d'argent et 64,04 d'étain. Cet alliage a été chauffé dans les mêmes conditions que celui d'argent et de cuivre et la volatilisation a commencé 10 secondes après la fusion. Les durées de chauffe ont été de 2, de 6 et de 10 minutes. Dans l'expérience la plus longue, celle de 10 minutes, la composition du résidu non distillé était de : argent 2,93; étain 93,65. Dans ces expériences, l'argent, de même que le cuivre, possède une température d'ébullition moins élevée que celle de l'étain :

Durée de la chauffe.	Alliage initial.	Alliage restant.	Différence.	Composition. Alliage initial. Ag.	Alliage initial. Sn.	Alliage final. Ag.	Alliage final. Sn.
min				pour 100	pour 100	pour 100	pour 100
2	40,7328	39,6966	1,0362	36,98	64,04	33,72	65,53
6	40,7481	17,8956	22,8525	»	»	10,14	88,87
10	39,0705	9,4836	29,5869	»	»	2,83	93,65

Alliage d'argent et de plomb. — La rapidité de la distillation du plomb dans les conditions où nous nous étions placés était telle que nous avons dû diminuer considérablement le temps de chauffe. Les trois expériences que nous mentionnons ont été faites avec un alliage initial renfermant 46,24 d'argent et 52,95 de plomb; elles n'ont duré que 1, 2 et 2 minutes et demie. Dans la dernière expérience, la quantité d'argent restant dans le culot était de 93,81 pour 100; par conséquent non seulement le plomb distille beaucoup plus vite que l'argent, mais encore l'alliage argent et plomb distille plus rapidement que l'alliage argent et cuivre.

Durée de la chauffe.	Alliage initial.	Alliage final.	Différences.	Composition. Alliage initial. Ag	Alliage initial. Ag	Alliage final. Ag.
	g	g	g	pour 100.	pour 100.	pour 100.
1min...	40,9330	28,6775	12,2955	46,24	52,95	60,75
2min...	38,7852	13,1460	25,6392	»	»	83,06
2m30s..	42,8045	4,3244	38,4801	»	»	96,81

Conclusions. — Nous devons faire remarquer que ces expériences faites dans des temps égaux, toutes les autres conditions étant constantes (ampérage, voltage, diamètre des électrodes, capacité du four) ne sont pas cependant entièrement comparables. Il va de soi que la quantité de chaleur fournie par l'arc dans un appareil froid ou dans un appareil porté à 2000° n'est pas la même pendant des temps égaux. De plus, le déplacement de l'arc à l'extrémité des électrodes suffit pour faire varier la distance de la source calorifique au tube de graphite.

Nos expériences ne nous fournissent donc que des résultats approchés et nous ne saurions construire une courbe représentant l'ensemble du phénomène. Cependant, elles sont suffisamment comparables pour nous permettre de conclure que le plomb est plus volatil que l'argent et que l'argent est plus volatil que le cuivre et l'étain. En résumé, ces différents métaux, d'après leur point d'ébullition, seront ainsi classés : plomb, argent, cuivre et étain.

Nos expériences, faites à la pression atmosphérique, et sur un poids de métal qui était en général de 40^g, concordent avec les résultats des recherches de Krafft sur la distillation d'une très petite quantité de métal dans le vide cathodique.

M. **J. Janssen** s'exprime en ces termes :

J'ai le plaisir d'annoncer à l'Académie que je viens de recevoir une dépêche de M. Milan Štefánik, missionnaire de l'Observatoire de Meudon et du Bureau des Longitudes. Cette dépêche, datée de Tachkend, en Russie d'Asie, m'annonce que, malgré les difficultés du voyage, les instruments sont arrivés en bon état à Ura-Tubi, point où la mission s'est fixée pour l'observation de l'éclipse du 13 de ce mois.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Agriculture** invite l'Académie à lui désigner un de ses Membres qui devra faire partie du Conseil supérieur d'Agriculture.

MM. **Gruvel**, **Guichard** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

ASTRONOMIE. — *Résultats des mesures micrométriques faites lors de l'éclipse du 30 août 1905 à Roquetas et à Saint-Genis-Laval.* Note de M. **Jean Merlin**.

Je communique à l'Académie le résultat de la discussion que j'ai faite, sur l'invitation de M. le Directeur de l'Observatoire de Lyon, des mesures micrométriques de cordes, de flèches et d'angles de position effectuées le 30 août 1905, soit à Roquetas (Espagne) par MM. André et Guillaume, soit à l'Observatoire de Lyon par M. Luizet, avec des équatoriaux de même ouverture ($0^m,16$) et par projection sur un écran disposé de façon à fournir une image solaire de $0^m,20$ de diamètre.

J'ai pris comme données celles de la *Connaissance des Temps,* en tenant compte des corrections de Newcomb pour les coordonnées de la Lune et, pour rayons du Soleil et de la Lune, ceux qu'elle adopte dans le calcul des éclipses. Dans mes formules :

$\Delta\alpha$ et $\Delta\delta$ représentent les corrections à apporter aux différences d'ascension droite et de déclinaison de la Lune et du Soleil;

ΔR et Δr sont les corrections des diamètres adoptés du Soleil et de la Lune;

$\Delta\varpi$ la correction de la constante adoptée pour la parallaxe lunaire.

I. Observations de Roquetas. — Pour cette station, j'ai utilisé :

1° 122 mesures d'angles de position faites pendant toute la durée de l'éclipse;

2° 34 mesures de longueurs de flèches faites un peu avant et un peu après la totalité;

3° 86 mesures de longueurs de cordes réparties en deux séries : la première faite au commencement et à la fin de l'éclipse avec le grossissement 108, la deuxième faite avec le grossissement 52, entre les mesures de la première série et les mesures des flèches.

Angles de position. — Des équations de condition auxquelles on est conduit, on a tiré une seule équation normale qui, résolue par rapport à $\Delta\alpha$, donne

$$(1)\qquad \Delta\alpha = -0'',39 - 1'',88\,\Delta\delta + 1'',29\,\Delta\varpi \pm 0''20.$$

Erreur moyenne d'un pointé $6',5$.

Flèches. — On a également tiré une seule équation normale qui donne

$$(2)\qquad \Delta R = +0'',68 + 0'',65\,\Delta r - 0'',12\,\Delta\alpha - 0'',01\,\Delta\delta - 0'',006\,\Delta\varpi \pm 0'',18.$$

Erreur moyenne d'un pointé $2'',7$.

Cordes. — Première série (grossissement 108). — On a pu tirer deux équations normales qui, résolues, donnent

$$(3)\qquad \Delta R = -0'',40 - 1'',07\,\Delta r - 0'',02\,\Delta\delta - 0'',04\,\Delta\varpi \pm 0'',28,$$

$$(4)\qquad \Delta\alpha = +7'',93 \qquad + 0'',47\,\Delta\delta - 0'',04\,\Delta\varpi \pm 0'',33.$$

Erreur moyenne d'un pointé $6'',9$.

Deuxième série (grossissement 52). — On n'a tiré qu'une seule équation

$$(5)\qquad \Delta R = +2'',62 - 1'',04\,\Delta r + 0'',02\,\Delta\alpha - 0'',03\,\Delta\delta - 0'',11\,\Delta\varpi \pm 0'',51.$$

Erreur moyenne d'un pointé 9'',1.

Les équations (1) et (4) donnent

$$(\mathrm{A})\qquad \begin{cases} \Delta\alpha = +6'',27 + 0'',23\,\Delta\varpi \pm 0'',10, \\ \Delta\delta = -3'',54 + 0'',57\,\Delta\varpi \pm 0'',12. \end{cases}$$

Portant ces valeurs dans les trois autres équations (2), (3) et (6), on obtient

$$(\mathrm{B})\qquad \begin{cases} \Delta R = +0'',14 - 0'',06\,\Delta\varpi \pm 0'',25, \\ \Delta r = +0'',37 - 0'',01\,\Delta\varpi \pm 0'',30. \end{cases}$$

II. Observations de Lyon. — 25 mesures d'angles de position ont donné, comme solutions des équations normales,

$$(\mathrm{A}')\qquad \begin{cases} \Delta\alpha = +5'',93 + 0'',89\,\Delta\varpi \pm 0'',23, \\ \Delta\delta = -2'',71 + 0'',87\,\Delta\varpi \pm 0'',31. \end{cases}$$

Erreur moyenne d'un pointé 11',5.

Conclusions. — La valeur adoptée, d'après Newcomb, pour la constante de la parallaxe lunaire, ne comporte certainement qu'une erreur très faible; et les observations que je discute ne se prêtent évidemment point à sa détermination : d'autre part, étant donnée la grandeur des erreurs probables sur ΔR et Δr, il semble qu'il n'y a pas lieu de s'arrêter aux valeurs obtenues. De sorte que le seul résultat définitif de cette discussion serait donné par les moyennes compensées des valeurs (A) et (A'), soit par les équations finales

$$\Delta\alpha = +6'',2 \pm 0'',1,$$
$$\Delta\delta = -3'',4 \pm 0'',2.$$

Il y a donc lieu de corriger d'une certaine quantité les positions relatives du Soleil et de la Lune données dans la *Connaissance des Temps;* mais il est à remarquer que cette correction ne modifie pas la trajectoire apparente de la Lune par rapport au Soleil : elle ne fait, en réalité, qu'avancer la position de la Lune sur cette trajectoire, et elle correspond à une avance de $11^s,1$ sur les instants calculés des contacts [1].

---

[1] Par une méthode différente (*Comptes rendus*, t. CLXIII, p. 806) appliquée à huit observations des contacts extérieurs, M. Ch. André a trouvé pour cette avance la valeur $18^s,0$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de Heine et un théorème de Borel.* Note de M. **A. Schœnflies**, présentée par M. Appell.

Les théorèmes dont il est question ici ont été discutés plusieurs fois dans ces *Comptes rendus* (1). Le théorème de Heine énonce la continuité uniforme d'une fonction continue dans tous les points d'un ensemble fermé et, d'après le théorème de Borel, si pour chaque point d'un ensemble fermé il y a un domaine entourant ce point, on en peut choisir un nombre fini jouissant de la même propriété; d'ailleurs ce théorème est vrai, que le nombre supposé des domaines soit dénombrable ou non.

On peut dire que le théorème de Borel fixe le fondement *géométrique* de la démonstration connue de Heine dans sa forme la plus pure et la plus générale. Cette relation intime qui lie les deux théorèmes et leur condition nécessaire et suffisante ont été constatées pour la première fois, au moins *essentiellement*, dans le rapport sur la théorie des ensembles publié par moi dans le *Jahresbericht der deutschen Mathematiker Vereinigung* (2). Mais les Notes citées plus haut qui traitent la question ne font aucune allusion à ce rapport; qu'il me soit donc permis de constater ici le fait historique.

En effet, à la page 51, en disant que le théorème de Borel (dans sa première forme) représente une généralisation du théorème de Heine et en le nommant *théorème de Heine-Borel*, j'ai donné expression à la relation géométrique des deux théorèmes, et aussi à plusieurs endroits j'ai donné clairement expression à la condition nécessaire et suffisante de ces théorèmes, en disant qu'il ne sont vrais que pour des ensembles fermés (3).

En profitant de cette occasion j'ajoute une démonstration générale de ce théorème qui me paraît la plus simple possible et vaut également pour tous les ensembles fermés et bornés de n'importe quel R_n; la première partie de cette démonstration est tout à fait conforme à celle contenue dans mon rapport (4).

---

(1) E. Borel, 4 mai 1903. — E. Lindelöf, 2 novembre 1903. — F. Riesz, 23 janvier 1905. — Voir aussi É. Borel, *Contribution à l'analyse arithmétique du continu* (*Journal de Math.*, 5e série, t. IX, 1903, p. 357).

(2) Voir t. VIII, 2, 1900.

(3) Voir p. 109, 119, 128-129.

(4) Voir p. 119.

Si pour chaque point p d'un ensemble fermé P il y a un domaine entourant ce point, il existe aussi une sphère de la même propriété; soit ρ le rayon de la sphère la plus grande possible de cette qualité. Alors je prétends que la limite inférieure des ρ n'est pas zéro. En effet, si cette limite était zéro, on pourrait choisir des points $p_1, p_2, \ldots, p_\nu, \ldots$ de telle manière que les rayons $\rho_1 > \rho_2 > \ldots > \rho_\nu \ldots$ convergent vers zéro. Soit p_ω un point limite des $\{p_\nu\}$; pour ce point il existe un rayon $\rho_\omega > 0$ et l'on en tire la contradiction bien connue. C'est le même argument qui, pour le cas d'un ensemble linéaire, a été utilisé par M. Lebesgue dans ses Leçons sur l'intégration et qui dans sa matière est équivalent au soi-disant principe de Dedekind (¹).

Soit δ la limite inférieure des ρ. Dans le R_n où existe l'ensemble P, imaginons une division régulière en cubes γ dont la diagonale est moindre que $\frac{1}{2}\delta$, et un domaine D, par exemple aussi un cube, contenant l'ensemble P et composé par ces cubes γ. Soit γ' un des cubes γ contenant à l'intérieur ou à la surface un ou plusieurs points de P; nous en choisissons un à volonté et construisons la sphère qui lui appartient. Alors le cube γ' sera en tous cas *intérieur* à cette sphère, et, comme le nombre de ces cubes γ' est fini, le théorème est démontré.

Cette démonstration est tout à fait la même, que l'ensemble supposé des domaines soit dénombrable ou non. Car sa première partie s'attache à un ensemble *partiel* de toutes les sphères choisi convenablement parmi l'ensemble total; et évidemment il n'importe que l'on choisisse cet ensemble partiel parmi un ensemble dénombrable ou non.

MÉCANIQUE. — *Sur les turbines à axe flexible.* Note (²) de M. L. Lecornu, présentée par M. H. Léauté.

Les turbines à vapeur tournent, comme l'on sait, avec une énorme vitesse: les turbines sans détente, telles que celles de Laval, effectuent jusqu'à 500 tours par seconde. Pour pouvoir donner à un solide une pareille rotation, il est indispensable de prendre des précautions particulières. Le profil méridien doit présenter une forme d'égale résistance à la force centrifuge et il faut de plus que le système soit parfaitement équilibré; on

(¹) Page 105. Voir aussi la Note de M. Riesz citée plus haut.

(²) Présentée dans la séance du 31 décembre 1906.

arrive à faire en sorte que le centre de gravité ne se trouve pas à plus de $\frac{5}{1000}$ de millimètre de l'axe de rotation. L'expérience a montré d'ailleurs que le meilleur moyen de lutter contre les effets de l'inertie consiste à laisser à la tige une certaine flexibilité grâce à laquelle la turbine se maintient dans l'espace en vertu de sa stabilité propre, analogue à celle d'une toupie, c'est-à-dire avec des vibrations imperceptibles, tandis qu'une tige rigide supporterait des efforts capables de la détériorer. Mais la flexibilité de la tige a l'inconvénient de permettre au centre de gravité des écarts variables par rapport à l'axe, et l'on constate que, pour certaines valeurs de la vitesse, l'appareil tend à présenter une allure désordonnée.

On peut se proposer d'étudier théoriquement ce mouvement. Pour prendre le problème sous sa forme la plus simple, imaginons que le système soit assimilé à un disque plan placé exactement au milieu de la tige et rigoureusement normal à cette tige. Alors, par raison de symétrie, le disque se meut dans un plan fixe. Supposons que, quand il quitte sa position d'équilibre statique, il soit sollicité par une force de rappel appliquée au point A qui, au repos, coïncide avec un point O de l'axe, force proportionnelle à l'écart OA et dirigée de A vers O. Admettons en outre que les forces extérieures, motrices et résistantes, appliquées au système se fassent équilibre par rapport à l'axe de rotation, et cherchons, dans ces conditions, comment se meut le centre de gravité G.

Le problème ainsi posé a été abordé par divers ingénieurs : en France, par MM. Brunet et Sosnowski; en Allemagne, par M. Föppl; en Belgique, par M. Stévart; en Suisse, par M. Stodola, etc. Mais tous ces auteurs négligent *a priori* les petites variations relatives de la vitesse angulaire du disque, dues à ce que la force de rappel ne passe pas au centre de gravité. Il m'a donc semblé intéressant de reprendre la question en tenant compte de cette circonstance. Je désigne par a la longueur constante GA, par M la masse du disque, par $MK^2.OA$ la force de rappel appliquée en A, par c le rayon de giration relatif au centre de gravité.

Il y a d'abord une solution particulière très simple, dans laquelle le centre de gravité demeure à une distance constante λ du point O et tourne autour de ce point avec la vitesse constante ω donnée par la formule $\lambda = \frac{K^2 a}{\omega^2 - K^2}$. Cette solution particulière, seule indiquée par la plupart des auteurs, ne peut évidemment se réaliser que par un concours de circonstances exceptionnel. Elle met en évidence l'existence d'une vitesse critique $\omega = K$, pour laquelle l'écart du centre de gravité tend à augmenter sans limite.

Cette solution mise de côté, il est impossible de résoudre rigoureusement le problème, et l'on doit se contenter de méthodes approximatives.

En négligeant la seconde puissance de $\frac{a}{c}$, on trouve que le mouvement du centre de gravité résulte de la composition d'une rotation uniforme, de vitesse ω, sur une circonférence de rayon λ, avec un mouvement elliptique à accélération centrale, dont la période est $\frac{2\pi}{K}$. C'est la solution indiquée par M. Föppl.

Si l'on tient compte de la seconde puissance de $\frac{a}{c}$, l'ellipse précédente doit être considérée comme possédant autour de son centre une rotation uniforme dont la vitesse est $\frac{K^4\omega}{(K^2-\omega^2)^2} \times \frac{a^2}{2c^2}$. Cette rotation est donc d'autant plus rapide qu'on approche davantage de la vitesse critique. En outre, au même degré d'approximation, le mouvement est troublé par un grand nombre de petites oscillations, de périodes très variées, de sorte que l'ellipse, même en lui attribuant un mouvement de rotation autour de son centre, ne représente encore qu'un mouvement moyen, dont s'écarte plus ou moins, à chaque instant, le mouvement réel du centre de gravité; l'amplitude de ces écarts s'exagère à mesure qu'on approche de la vitesse critique et, dans le voisinage de celle-ci, le phénomène n'obéit plus à aucune loi simple.

PHYSIQUE. — *Sur la théorie des propriétés magnétiques du fer, au delà de la température de transformation.* Note [1] de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

Le but de cette Note est de montrer comment la théorie cinétique du magnétisme complétée par l'hypothèse du champ intérieur, NI, proportionnel à l'intensité d'aimantation I et dirigée comme elle, rend compte des propriétés complexes du fer aux températures élevées, découvertes par Pierre Curie.

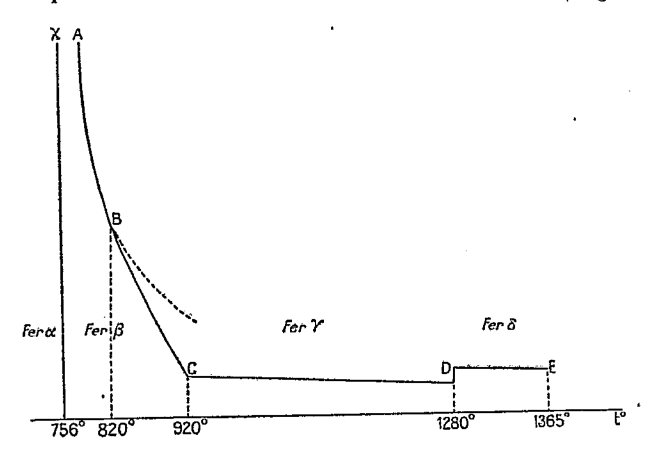
En précisant, conformément à une Note précédente [2], on appellera fer α le fer à une température inférieure à celle de la perte du ferromagnétisme spontané ($\Theta = 756° + 273°$). Au delà, le coefficient d'aimantation spécifique χ, c'est-à-dire le quotient de la susceptibilité par la densité D, part d'une valeur infinie pour décroître

---

(1) Présentée dans la séance du 24 décmebre 1906.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 1136.

suivant une loi hyperbolique. C'est la région AB du fer β. Après la région de transition BC, la susceptibilité varie, de 920° à 1280°, en raison inverse de la température absolue T (région CD, fer γ). A 1280° elle croît brusquement dans le rapport de 2 à 3, et semble reprendre une variation en raison inverse de T (région DE, fer δ).



Pour les corps paramagnétiques, dont le champ intérieur est nul, le produit χT est égal à la constante de Curie C. Je vais montrer que chacune des quatre régions des fers α, β, γ, δ donne une détermination de cette constante.

Fer α. — On peut déduire la constante de Curie, qui par sa nature se rapporte au fer paramagnétique, des observations sur le fer ferromagnétique.

La théorie de M. Langevin donne, en effet, pour les gaz paramagnétiques la formule

$$\chi = \frac{I_0^2}{3pD},$$

où I_0 est la somme des moments magnétiques des molécules contenues dans un centimètre cube et p la pression.

Appelons M le nombre des molécules par centimètre cube dans le corps considéré, M_0 le nombre des molécules dans un centimètre cube de gaz à la même température et sous la pression normale p_0, on aura

$$\chi = \frac{I_0^2}{3p_0 D}\,\frac{M_0}{M},$$

formule susceptible d'être étendue aux corps solides. En appelant n le nombre d'atomes dans la molécule du corps, a son poids atomique, δ la densité de l'air dans les conditions normales, elle devient

$$C = \chi T = \left(\frac{I_0}{D}\right)^2 \frac{273}{3p_0}\,\frac{na\delta}{28,8}.$$

Dans le cas du fer l'intensité d'aimantion à saturation au zéro absolu I_0 se déduit de l'intensité à saturation à la température ordinaire, trouvée égale à 1850 par du Bois et Taylor Jones, au moyen de la théorie donnée dans la Note citée. On trouve $I_0 : D = 270$, ce qui donne

$$C = 0,001646 \times n.$$

Fer β. — A une température un peu supérieure à Θ les propriétés ferromagnétiques ne se manifestent que lorsqu'un champ extérieur H_e fournit l'appoint nécessaire au champ intérieur insuffisant. Il en résulte un coefficient d'aimantation spécifique χ' supérieur à celui que l'on observerait, χ, si le champ intérieur n'existait pas. Ils sont reliés l'un à l'autre par la formule

$$\frac{T}{C} = \frac{1}{\chi} = D\,\frac{H_e + NI}{I} = \frac{1}{\chi'} + DN$$

qui donne, en remarquant que $CND = \Theta$,

$$C = \chi'(T - \Theta).$$

Les expériences de Curie donnent, en effet, entre 756° et 820° pour χ des valeurs représentées par l'arc d'hyperbole équilatère AB. On a $\chi' = 513 \times 10^{-6}$ pour $T = 273° + 820°$, ce qui conduit à

$$C = 0,00164 \times 2.$$

Il y a donc concordance complète à condition d'admettre que la molécule du fer β *et celle du fer* α *se composent de* $n = 2$ *atomes.*

Fer γ. — De 920° à 1280°, la susceptibilité inversement proportionnelle à T indique l'absence de champ intérieur. Les expériences de Curie donnent, à $T = 273° + 940°$, $\chi = 28,4 \times 10^{-6}$; à $T = 273° + 1280°$, $\chi = 23,9 \times 10^{-6}$; d'où les valeurs assez concordantes

$$C = 0,00172 \times 2 \quad \text{et} \quad C = 0,00182 \times 2,$$

c'est-à-dire encore la même constante de Curie, au degré de précision des expériences, si l'on admet que la molécule de fer γ *est aussi composée de deux atomes.*

Fer δ. — Les expériences de Curie donnent, pour $T = 273° + 1280°$, $\chi = 38,3 \times 10^{-6}$, d'où

$$C = 0,00198 \times 3;$$

et pour $T = 273° + 1336°$, $\chi = 32,3 \times 10^{6}$; d'où

$$C = 0,00173 \times 3,$$

valeurs qui concordent encore avec les précédentes, si l'on admet que la molécule de fer δ est composée de trois atomes.

La théorie du champ intérieur des substances ferromagnétiques est d'accord avec les recherches récentes de M. Osmond d'après lesquelles, à part le caractère magnétique, la différence entre le fer α et le fer β est insaisissable. Les deux autres changements sont plus profonds et de nature très différente. Le passage du fer β au fer γ qui correspond à la perte des actions magnétiques mutuelles sans variation du nombre des atomes de la molécule reste à expliquer, mais la concordance des diverses valeurs de C ne peut être due au hasard.

PHYSIQUE. — *Mesure du degré radiochromométrique par le voltmètre électrostatique dans l'utilisation en médecine des rayons de Röntgen.* Note de M. **J. Bergonié**, présentée par M. d'Arsonval.

Les applications médicales des rayons X, pour devenir plus précises, doivent s'appuyer sur des mesures, parmi lesquelles celle du degré radiochromométrique, défini par les travaux de M. Benoist (1), est l'une des plus importantes.

J'ai signalé ailleurs (2), pour faire cette même mesure, l'emploi du voltmètre thermique branché en dérivation aux bornes du primaire de la bobine ou du transformateur dont le secondaire alimentait le tube de Crookes.

Aujourd'hui, les transports d'énergie sous haut voltage répandent l'emploi pratique des voltmètres électrostatiques gradués jusqu'à 60000 volts et plus; l'utilisation d'un semblable appareil en dérivation sur le tube de Crookes pendant son fonctionnement m'a paru un progrès important de notre technique dans les applications médicales.

Voici les résultats que j'ai obtenus, avec deux voltmètres électrostatiques Hartmann et Braun avec frein magnétique, aux essais depuis six mois dans mon laboratoire et dans mon service hospitalier.

1° *Quelle que soit l'intensité traversant le tube de Crookes, si le voltage mesuré*

(1) *Comptes rendus*, 12 février, 4 et 25 mars 1901.

(2) *Congrès d'Angers de l'A. F. A. S.*, août 1903, et *Archives d'Électricité médicale*, 1903, p. 496.

par le voltmètre est maintenu constant, les rayons émis par le tube sont toujours sensiblement du même degré radiochromométrique.

Les radiogrammes d'un radiochromomètre avec même tube, même source, même temps de pose, même distance du tube, même voltage et des intensités variant entre 0,1 et 1 milliampère, mesurées avec le milliampèremètre de Gaiffe, permettent de s'en rendre compte.

2° *Pour des voltages de plus en plus élevés, les rayons émis par le tube sont d'un degré radiochromométrique de plus en plus haut (plus pénétrant), les intensités variables qui traversent le tube n'ayant le plus souvent aucune action sur ce degré.*

Dans les conditions plus haut indiquées de nos expériences et en utilisant comme source l'appareil d'Arsonval-Gaiffe dont le transformateur était alimenté par la commutatrice spéciale, la correspondance des échelles du voltage et des degrés radiochromométriques, déterminée au moyen de plusieurs séries de radiogrammes du radiochromomètre de Benoist, était la suivante :

Indications du voltmètre.	Degrés radiochromométriques.
volts	o
12000	2 +
20000	3
25000	4
30000	5
35000	6 —
42000	7

Au delà, la marche irrégulière du tube rend les lectures incertaines.

3° *Sur des tubes de Crookes de modèles différents, d'usure inégale et parcourus par des intensités variables, les degrés radiochromométriques trouvés étaient les mêmes à égalités de voltage.*

Les tubes dont il est question, au nombre de cinq, venaient de chez deux constructeurs différents; deux seulement étaient du même modèle, mais inégalement usés.

En résumé, avec le voltmètre électrostatique, le médecin électricien peut savoir à chaque instant, même sans voir le tube, le degré radiochromométrique des rayons que celui-ci émet. Peut-être même la graduation en volts pourra-t-elle être remplacée, dans des conditions qui restent à déterminer, par une graduation en degrés radiochromométriques. De plus, les deux facteurs de la puissance dépensée par le tube étant connus par la lecture d'appareils pratiques et exacts (milliampèremètre et voltmètre), la mesure certaine de la quantité des radiations émises, mesure si nécessaire en radiothérapie, pourra-t-elle peut-être en être déduite. C'est le point sur lequel portent nos recherches actuelles.

SPECTROSCOPIE. — *Sur le spectre de phosphorescence ultra-violet des fluorines. Variations du spectre de phosphorescence d'un même élément dans un même diluant.* Note de MM. G. URBAIN et C. SCAL, présentée par M. Haller.

Dans une Note récente (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 825), l'un de nous a décrit le spectre de phosphorescence cathodique que présente une variété de fluorine : la chlorophane. Les diverses bandes de ce spectre ont pu être attribuées à différentes terres rares en toute certitude : l'analyse ayant été contrôlée par la synthèse.

Nous avons fait une étude semblable sur quinze échantillons de fluorines de toutes couleurs et de toutes provenances que M. Lacroix ainsi que M. Termier ont eu l'obligeance de nous procurer.

Dans tous, la présence des terres rares se manifeste par l'apparition des bandes de phosphorescence cathodique ultra-violettes si sensibles et si caractéristiques du gadolinium. L'intensité de ces spectres varie beaucoup d'une fluorine à une autre, mais sa physionomie reste toujours la même.

Dans les fluorines qui ne présentent qu'une très faible phosphorescence ultra-violette, nous avons toujours pu déceler par la photographie au moins la bande $\lambda = 311,8$ en élargissant la fente du spectrographe et en prolongeant le temps de pose.

Impuretés constantes des fluorines, les terres rares leur communiquent, au moins en partie, la phosphorescence que ces minéraux émettent à un si haut degré.

En comparant le spectre du gadolinium dans les fluorines et dans nos premiers produits de synthèse, nous avons été vivement frappés de constater de profondes différences d'intensité entre les bandes de même longueur d'onde de ces spectres :

	λ.	Fluorine de synthèse.	Fluorine naturelle.
β	314,7	Forte.	Très faible.
β	314,0	Assez forte.	Très faible.
β	313,5	Forte.	Très faible.
β	313,2	Assez forte.	Extrêmement faible.
α	312,0	Très forte.	Forte.
α	311,8	Très forte.	Très forte.
α	311,5	Très forte.	Forte.
α	311,3	Faible.	Invisible.
α	311,0	Faible.	A peine visible.
α	310,8	Faible.	A peine visible.
γ	306,4	Faible.	Faible.
γ	306,2	Très faible.	Extrêmement faible.

A l'inspection de ce Tableau, il semblerait que le gadolinium est un mélange de deux éléments caractérisés, l'un par le groupe de bandes α, l'autre par le groupe de bande β et que, dans les fluorines, le composant α l'emporte de beaucoup sur le composant β.

Nous avons d'abord cherché si, dans les fluorines, le groupe de bandes β n'était pas masqué par la présence des autres terres rares. A cet effet, nous avons ajouté à de la chaux pure quelques centièmes de terres rares brutes extraites de la gadolinite et nous avons transformé le mélange en fluorures. Bien que ce produit de synthèse renfermât l'ensemble de toutes les terres rares, nous n'avons observé aucun affaiblissement relatif du groupe α des bandes du gadolinium par rapport au groupe β.

En faisant varier les proportions relatives du fluorure de calcium et du fluorure de gadolinium, nous avons constaté, en première approximation, que le groupe β diminue très rapidement d'intensité par rapport au groupe α quand la proportion de gadolinium diminue. Les produits qui renferment moins d'un millième de gadoline donnent un spectre cathodique identique à celui des fluorines naturelles.

C'est donc à la dilution plus ou moins grande de la gadoline dans le fluorure de calcium que l'on doit attribuer uniquement le phénomène

Nous retrouvions ici, avec une remarquable netteté, un phénomène observé déjà par l'un de nous à propos de l'europium (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 205).

Ce *phénomène de dilution* est, ainsi que nous l'avons reconnu, très général. La plupart des systèmes phosphorescents le manifestent.

Nous avons remarqué, en outre, que même les bandes de chacun des groupes α et β du gadolinium subissent des variations relatives d'intensité quand on fait varier la dilution du gadolinium dans le fluorure de calcium.

La dilution met ainsi en évidence dans les spectres de phosphorescence des *systèmes de raies* qui peuvent être rapprochés des *systèmes* que l'on observe dans les spectres d'étincelle ou d'arc.

Non seulement la vibration des électrons est modifiée par la concentration du milieu où ils évoluent, mais elle dépend encore de l'excitation physique qui lui donne naissance. On observe, en effet, que, si les rayons cathodiques et la lumière ultra-violette provoquent dans les fluorines des bandes de phosphorescence de même longueur d'onde, les bandes ont souvent des intensités relatives très différentes qui altèrent leur physionomie générale.

M. de Watteville a bien voulu nous confier les photographies qu'il a obtenues en excitant diverses fluorines dans son phosphoroscope au moyen

de fortes étincelles (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1078). En comparant ces spectres avec ceux que nous avons obtenus avec les rayons cathodiques, l'existence de plusieurs systèmes de raies de phosphorescence attribuables à un même élément apparaît clairement.

Il en résulte que le spectre de phosphorescence d'un élément dans un diluant constant ne saurait être considéré comme un bloc invariable. Un élément possède plusieurs spectres de phosphorescence comme il possède plusieurs spectres de gaz (flamme, arc, étincelle) qui peuvent apparaître simultanément avec des éclats variables suivant les circonstances de l'excitation.

Ces spectres sont profondément modifiés par la dilution comme le sont également les spectres de gaz. Il existe ainsi une grande analogie entre les variations des spectres de phosphorescence et celles des autres spectres, et il semble bien difficile d'admettre que les variations spectrales d'un même élément soient dues exclusivement à des dissociations successives des particules élémentaires. Ces dernières paraissent plutôt avoir divers modes de vibration correspondant chacun à un système de raies.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chloruration, en Chimie organique, en présence de chlorure thalleux*. Note de M. **V. Thomas**, présentée par M. H. Moissan.

J'ai montré, il y a quelques années [1], que le rôle du chlorure ferrique dans la chloruration des carbures aromatiques ou de leurs dérivés halogénés était complexe.

Réagissant à la façon du chlore, il transforme :

1° Les carbures en dérivés mono ou polychlorés suivant la façon dont on conduit la chloruration;

2° Les dérivés monobromés et monoiodés des carbures en dérivés chlorobromés et chloroiodés.

Par contre, en réagissant sur les dérivés polyhalogénés (halogène = Br ou I), il permet le remplacement partiel du brome et de l'iode par le chlore. C'est ainsi que le *p*-dibromobenzène fournit toute une série de chlorobromures du type général $C^6H^{[6-(n+1)]}BrCl^n$.

---

(1) V. Thomas, *Comptes rendus*, t. CXXVI, p. 1211; t. CXXVII, 1898, p. 184. — *Bull. Soc. chim.*, t. XIX, 1897, p. 459; t. XXI, 1899, p. 181; t. XXI, 1899, p. 286.

L'étude de la chloruration du benzène par un courant de chlore en présence de chlorure thalleux, conduit exactement aux mêmes résultats (¹).

Chloruration du chlorure de phényle. — Cette chloruration a été effectuée au voisinage de 100°, elle donne la série de chlorobromures $C^6H^{[6-(n+1)]}BrCl^n$. En arrêtant la chloruration, en temps voulu, on peut ainsi obtenir les trois monochlorobromobenzènes isomériques et un mélange pratiquement très pénible à séparer, bouillant entre 228°-238°, de formule brute $C^6H^3Cl^2Br$.

Malgré tout le soin apporté dans mes recherches, je n'ai pu mettre en évidence la formation de chlorodérivés ne renfermant plus de brome.

Chloruration du p.-dibromobenzène. — La chloruration, conduite comme celle du dérivé monobromé, fournit la même série de chlorobromures $C^6H^{[6-(n+1)]}BrCl^n$. Il y a en même temps chloruration et substitution d'un atome de chlore à un atome d'hydrogène.

Dans les produits de la réaction, j'ai donc retrouvé les mêmes dérivés chlorés qu'en opérant la chloruration en présence de chlorure ferrique et, en particulier, le trichloromonobromodérivé fusible à 138°.

Chloruration du monoiodobenzène. — La chloruration a été opérée entre 60° et 100°. Quelle que soit la durée de l'expérience, on obtient toujours un mélange complexe de chloroiodures. Si l'iode de l'iodure a été déplacé et remplacé par du chlore, la substitution ne porte que sur une partie extrêmement petite de l'iodure de phényle.

La séparation des produits formés est très pénible et ne présente, par elle-même, aucun intérêt.

Je me suis simplement attaché à caractériser les produits les plus abondants afin de me rendre compte de la marche de la chloruration.

Ont été isolés, entre autres, les trois isomères C^6H^2ClI et un composé $C^6H^3Cl^3I$ fusible à 106°-107°. Traité par l'acide azotique fumant, il donne un dérivé mononitré (fusion : 57°, 5-58°). Ce corps est, par suite, identique très vraisemblablement avec le corps signalé par Istrati (²). En prolongeant l'action de l'acide azotique, on obtient deux dérivés polynitrés : l'un est en aiguilles blanches ou très légèrement jaunâtres, fusibles à 177°; l'autre cristallise en petites lamelles d'un jaune doré rappelant à s'y méprendre, par son aspect extérieur, les lamelles chatoyantes d'iodure de plomb. Chauffées, ces lamelles se volatilisent avec une extrême facilité et fondent lorsqu'on les projette sur le bloc Maquenne porté au préalable à 279°. Malheureusement je n'ai pu isoler en quantité suffisante et à l'état de pureté, ces deux polynitrodérivés. Toutefois il me paraît probable, étant donné leur mode de formation, que le composé incolore représente un dérivé dinitré, et le composé jaune en lamelles le trinitrodérivé.

Tous mes efforts pour isoler, des produits de la réaction, des dérivés d'addition ont

---

(¹) Le chlorure thallique réagit à basse température sur les carbures avec formation de dérivés chlorés, mais le prix élevé du thallium rend nécessaire la régénération continue du sel thallique au moyen d'un courant de chlore.

(²) Istrati, *Bull. Societi Sc. Bucarest*, t. II, p. 8.

échoué : il est très probable que de tels composés ne peuvent ici prendre naissance.

Essai de chloruration de l'acide acétique. — La substitution du chlorure thalleux au soufre ou au phosphore dans la préparation classique de l'acide monochloroacétique ne conduit à aucun résultat pratique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la réduction alcaline de la para- et de la métanitrobenzophénone.* Note de M. P. **Carré**, présentée par M. H. Moissan.

Je me suis proposé de voir s'il était possible d'obtenir par la réduction des nitrobenzophénones para et méta, au moyen de la soude alcoolique et du zinc, les dérivés azoïques correspondants sans altérer la fonction cétonique.

La para- et la méta-nitrobenzophénone ont été préparées en condensant les chlorures des acides nitrobenzoïques correspondants avec le benzène en présence du chlorure d'aluminium. La méta-nitrobenzophénone, déjà préparée de cette façon par Geigy et Königs (¹), s'obtient facilement avec un rendement de 90 pour 100 du rendement théorique, sa *phénylhydrazone* cristallise dans l'alcool en belles aiguilles jaunes fusibles à 116°. La para-nitrobenzophénone s'obtient aussi facilement, mais avec un rendement un peu moindre, 82 à 83 pour 100 du rendement théorique; sa *phénylhydrazone* se dépose de sa solution alcoolique en petits cristaux rouge orangé, fusibles à 142°. Il m'a été impossible de préparer par cette méthode l'ortho-nitrobenzophénone.

1° *Réduction de la para-nitrobenzophénone.* — 50^g de para-nitrobenzophénone dissous dans 1^l d'alcool sont additionnés de 70^g de lessive de soude, et à la solution bouillante on ajoute par petites portions 100^g de zinc en poudre. Le produit de réduction formé est très peu soluble dans l'alcool. Pour le séparer on le reprend par le toluène bouillant; par refroidissement la solution abandonne des paillettes rougeâtres que l'analyse montre être formées d'un mélange d'azo- et d'azoxybenzophénone; je n'ai pu réussir à les séparer. Si l'on cherche à poursuivre la réduction de ce mélange par la soude alcoolique et la poudre de zinc, on altère la fonction cétonique; on trouve même dans la solution alcaline une très faible quantité de produits acides qui indiquent la destruction de la benzophénone.

La réduction du mélange d'azo- et d'azoxybenzophénone par le sulfhydrate d'ammonium fournit la *para-hydrazobenzophénone*, $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO - C^6H^5 & C^6H^5 - CO \\ NH \text{———————} & NH\end{matrix}\right\rangle C^6H^4$, qui cristallise dans l'alcool à 80° en belles aiguilles blanches ayant conservé 1^{mol} d'eau, fusibles à 130°; anhydre, elle fond à 162°.

La para-hydrazobenzophénone oxydée par l'oxyde de mercure est transformée en *para-azobenzophénone*, $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}CO - C^6H^5 & C^6H^5 - CO \\ N \text{═════════} & N\end{matrix}\right\rangle C^6H^4$, qui cristallise dans

(¹) *D. chem. G.*, t. XVIII, p. 2403.

le toluène en belles lamelles rouges fusibles à 219°, très peu solubles dans l'alcool, le benzène, l'acide acétique. Sa *phénylhydrazone*, $C^{26}H^{18}N^2$ (: N — NH — C^6H^5)^2 est plus soluble dans l'alcool d'où elle se dépose en petits cristaux rouge vif, fusibles à 130°.

2° *Réduction de la méta-nitrobenzophénone.* — La méta-nitrobenzophénone, traitée comme son isomère para m'a fourni la *méta-azoxybenzophénone*, fusible à 127°-128°, déjà obtenue par Elbs et Wogrinz (1), dans la réduction électrolytique de la méta-nitrobenzophénone. Cette azoxybenzophénone réduite par le sulfhydrate m'a donné un composé huileux qu'il m'a été impossible de purifier et qui, traité par l'oxyde de mercure, fournit la *méta-azobenzophénone*, fusible à 154°-155°, déjà décrite par Elbs et Wogrinz.

On ne peut réduire la méta-azoxybenzophénone par le zinc et la soude alcoolique sans altérer la fonction cétonique, et même sans rompre en partie la molécule, ce que l'on reconnaît à la formation d'une petite quantité de produits acides.

La réduction, par le zinc et la soude alcoolique, des nitrobenzophénones méta et para ne peut donc être complète sans qu'il se produise en même temps une altération de la fonction cétonique. La para-nitrobenzophénone fournit par cette réaction un mélange de *p*-azo et de *p*-azoxybenzophénone, la méta-nitrobenzophénone fournit de la *m*-azoxybenzophénone. Ces résultats présentent une certaine analogie avec ceux que nous avons observés (2) dans la réduction des alcools méta- et para-nitrobenzyliques sous l'influence de la soude alcoolique.

Une étude analogue est entreprise sur l'ortho-nitrobenzophénone et sur la méta-nitro-acétophénone.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur l'emploi de la lumière polarisée pour la recherche microscopique des amidons composés du riz et du maïs dans la farine de froment.* Note de M. G. **Gastine**, présentée par M. L. Maquenne.

Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie le 28 mai 1906, j'ai décrit une première méthode permettant de caractériser de minimes proportions de riz dans la farine de froment (3).

(1) *Zeit. f. Electrochem.*, t. IX, 1903, p. 428.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 594.

(3) Une simple modification dans la composition du réactif décrit dans ma première Note, l'addition de 5 pour 100 d'acide acétique au liquide, dans lequel on délaye la farine avant de la dessécher, fournit des préparations où les grains d'amidon du blé, de l'orge, du seigle et des légumineuses apparaissent avec un hile très fortement marqué.

Dans la nouvelle méthode qui fait l'objet de la présente Note, j'utilise la même technique, en délayant dans une goutte d'eau la farine à examiner, l'étalant sur une lame de verre pour la dessécher à basse température, afin d'éviter la formation d'empois, achevant ensuite la dessiccation par quelques instants d'exposition à 120°-130° ou seulement à 100°, mais pendant une durée suffisante. La préparation est ensuite montée dans le baume de Canada, puis examinée en lumière polarisée simple et en lumière polarisée modifiée par une lame de gypse donnant le rouge premier ordre. Dans les deux cas on obtient pour les cellules d'amidon composé des aspects caractéristiques qui résultent de la régularité de taille et de situation des grains amylacés dans ces cellules. Dans le champ obscur de la polarisation simple les grains amylacés ou fragments de farine du riz, comprenant plusieurs cellules, apparaissent brillamment illuminés avec une texture granitoïde. En lumière polarisée chromatiquement les teintes bleue et orangé clair, qui se forment à partir du hile en positions croisées, dessinent un réseau linéaire caractéristique, car sa texture dépend de la dimension régulière des grains d'amidon du riz.

La farine de maïs contient des grains amylacés de tailles assez variables suivant les régions du grain; mais dans chaque fragment cellulaire les dimensions sont comparables, de sorte que les mêmes aspects de symétrie sont obtenus avec cette céréale dont l'amidon polarise d'ailleurs brillamment. Le réseau obtenu en polarisation chromatique est naturellement à mailles très spacieuses par rapport à celui du riz.

Le millet, le sarrasin, l'ivraie et beaucoup d'autres amidons composés, même les plus petits, tels que celui qui existe dans la graine de betterave, se comportent d'une manière analogue.

Quant aux légumineuses, féverolles, haricots, qui assez souvent existent dans la farine de froment, la forme caractéristique de leurs grains d'amidon et leur polarisation très brillante en rend la détermination aisée, ainsi que l'a signalé M. Moitessier en 1866 [1] sur des préparations faites dans la glycérine étendue de son volume d'eau.

Dans cet examen en lumière polarisée, les grains d'amidon du blé présentent l'aspect décrit par cet auteur avec cependant une polarisation plus accusée.

Les grains lenticulaires d'amidon du blé polarisent fortement quant ils se présentent vus sur champ et faiblement s'ils reposent à plat. Les groupes formés par les amas de ces grains amylacés, de taille extrêmement variable et diversement placés, est très caractéristique à l'examen microscopique, car ils n'offrent en rien les aspects de réseaux à mailles symétriques cités plus haut pour les cellules et assemblages de cellules des farines à amidons composés vus en lumière polarisée chromatiquement.

Lorsqu'on examine dans l'eau ou dans l'eau glycérinée les fécules et les gros grains d'amidon, ces grains apparaissent sillonnés de striations aussi bien en lumière simple qu'en lumière polarisée. Après la déshydratation, leur examen dans le baume de Ca-

---

Cette modification du réactif va à l'encontre des déterminations, car dans la farine ainsi traitée le riz ne peut plus être recherché; elle n'a donc qu'un intérêt purement documentaire.

[1] A. Moitessier, *De l'emploi de la lumière polarisée dans l'examen microscopique des farines*. Paris, Baillière, 1866.

nada ne laisse plus voir cette structure lamellaire et hétérogène : la polarisation est accrue et surtout sa netteté. Enfin, les lignes de diffraction que l'on observe dans les préparations aqueuses autour des grains, et qui rendent la mise au point incertaine sont évitées.

La méthode de recherche microscopique que je viens d'exposer a l'avantage de permettre l'emploi de grossissements moitié plus faibles que ceux nécessaires pour l'usage de ma première méthode (300 diamètres au lieu de 600). On peut dès lors examiner plus rapidement à l'aide d'un chariot micrométrique l'entière étendue des préparations et y compter les éléments étrangers caractéristiques, de manière à obtenir une appréciation quantitative de l'adultération constatée. Il est facile ensuite de compléter la détermination en recourant à ma première méthode, avec laquelle ce comptage serait long et pénible. Ce double examen constitue un contrôle réel car, en fait, chacune des méthodes repose sur une base différente.

J'attire l'attention sur une erreur reproduite dans la plupart des ouvrages de micrographie. Ils signalent que l'amidon du riz ne polarise pas à cause de sa taille minime et qu'il en est de même pour tous les grains amylacés dont les dimensions sont inférieures à $\frac{7}{1000}$ de millimètre. Cette assertion est inexacte car, même dans l'eau, l'amidon du riz polarise nettement, ainsi que d'autres amidons de taille encore plus réduite.

Dans l'essence de cèdre et le baume de Canada les mêmes amidons, préalablement desséchés, offrent des phénomènes de polarisation bien plus nettement accusés, notamment celui de la graine de betteraves, de l'*Hipparis indica,* etc.

HYDROLOGIE. — *Le fluor dans les eaux minérales*. Note de M. P. Carles, présentée par M. Armand Gautier.

Dans les analyses d'eaux qui figurent dans l'*Annuaire des eaux minérales* de 1894, il n'est fait mention du fluor que quatre fois ; encore n'est-ce qu'à l'état de traces. Cependant, il y est dit en renvoi que M. de Gouvenain l'a dosé trois fois dans des eaux du Bourbonnais, mais les auteurs de l'*Annuaire* estiment que cette indication est erronée.

Après analyse des eaux de Néris en 1859, G. Lefort y a nié la présence du fluor, mais il l'y a affirmée au contraire en 1873, après avoir pris toutes les précautions pour éliminer la silice.

En 1901, nous avons aisément décelé le fluor dans ces mêmes eaux :

quelques litres étaient évaporés au dixième et dans le résidu très alcalin on ajoutait de l'acétate acide de chaux. Le précipité lavé et calciné additionné d'acide sulfurique gravait le verre à froid et à chaud.

Après ce résultat, nous avons étendu nos essais aux eaux du Bourbonnais, et, en présence des résultats positifs acquis, nous avons compris dans nos recherches celles de tout le territoire.

Voici notre mode opératoire : 1^{l} d'eau est portée à l'ébullition en présence d'un papier de tournesol, à ce moment on ajoute 5^{cm^3} de solution d'acétate de potasse à parties égales et 10^{cm^3} de solution de chlorure de baryum saturée à froid ; puis à l'aide d'acide chlorhydrique versé goutte à goutte, on donne au papier une coloration rouge persistante; on agite vivement pour dégager le gaz carbonique et on laisse au repos quelques heures. Le précipité recueilli chauffé avec de l'acide sulfurique dans un creuset de platine donne des vapeurs qui gravent le verre. Il y a lieu cependant de prendre des précautions. La plaque de verre est refroidie et comprimée avec un cylindre plein d'eau et, selon les conseils de M. Blarez, sa base doit être munie de baudruche tandis que son eau est continuellement refroidie par un courant. Ajoutons que la durée du chauffage varie de 1 heure à 3 heures selon l'abondance du précipité, et que la chaleur doit être assez vive pour volatiliser légèrement l'acide sulfurique. Si nous faisons l'acétate de baryte de toute pièce, c'est parce que celui du commerce est toujours fluorifère et parce que l'acétate de potasse en excès ménage les pertes de fluor.

La dose de fluor dégagée est appréciée par comparaison de l'état de la gravure avec celui d'une gamme d'autres gravures faites avec des doses progressives de fluorure de sodium cristallisé et en agissant dans des conditions identiques.

Voici les résultats obtenus :

	Fluorures par litre.		Fluorures par litre.
	g		g
Bourbon-Lancy, Lymbe	0,005	Châtelguyon	0,009
Saint-Galmier, Badoit	0,007	Royat, Saint-Mart	0,005
Saint-Alban	0,005	» César	0,002
Bourbon l'Archambault	0,005	Châteauneuf	0,005
Néris-les-Bains, César	0,007	Mont-Dore, Madeleine	Néant
Évaux (Creuse)	0,009	» Bardon	0,003
Pougues Saint-Léger	0,005	La Bourboule, Choussy	0,005
Vichy, Grande Grille	0,018	Saint-Nectaire-le-Haut	0,015
» Puits Chomel	0,010	Vic-sur-Cère (Cantal)	0,005
» Lucas	0,015	Tessières-les-Bouliès	0,005
» Hauterive	0,018	Vals, Saint-Jean	0,002
» Célestins	0,015	» Madeleine	0,002
» Dames	0,005	» Favorite	0,005
» Parc	0,018	» Impératrice	0,003
» Lardy	0,018	» Rigolette	0,002
» Hôpital	0,018	» Vivaraises nº 1	0,006
Cusset-Andreau	0,014	» » nº 3	0,004
Saint-Yorre	0,017	Condillac (Drôme)	0,005
Chateldon (Puy-de-Dôme)	0,009	Cransac (Aveyron)	0,005

	Fluorures par litre.
	g
Lamalou, Usclade	0,005
» Bourges	0,002
» Marie	0,006
Balaruc	0,007
Plombières, Savonneuses	0,008
» Dames	0,012
» Crucifix	0,012
Luxeuil, Grand bain	0,006
» Ferrugineuse	0,001
» Dames	0,007
» Hygie	0,001
Bourbonne-les-Bains	0,009
Bussang	0,005
Allevard	0,005
Uriage	Néant
Aix-les-Bains (Deux-Reines)	Néant
» (soufre)	0,004
Challes	0,014
Cauterets, La Raillère	0,002
» César	0,002
Barèges, Bordeu	0,004
Bagnères-de-Luchon, Pré	0,014
» Bayon	0,013
» La Grotte	0,012
» Bordeu	0,012
Ax-les-Thermes, Pilhes	0,005
» Bain fort	0,010
» Bleue	0,004

	Fluorures par litre.
	g
Ax-les-Thermes, Viguerie	0,010
» Alcalines	0,005
» Abeilles	0,004
Bagnères-de-Bigorre, La Bassère	0,013
» La Peyrie	0,010
» Salut	Néant
» Salies	0,005
Boulou	0,005
» Clémentine	0,005
Aulus, Darmagnac	0,005
» Ferrugineuse	0,005
» Trois Césars	0,002
» Bacqués	0,003
Bonnes, Vieille	0,012
Alet, Communale	0,003
Salies-de-Béarn, Eaux-Mères	0,003
Dax, Source chaude	0,009
Orezza	0,003
Bagnoles de l'Orne, Grande Source	Néant
» Fées	Néant
Évian, Cachat	0,010
Miers (Lot)	0,009
Contrexéville, Pavillon	0,009
Vittel, Grande Source	0,011
» Source salée	0,009
Janos, Hunyadi	0,005
Océan (bassin d'Arcachon)	0,012

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Croissances artificielles.* Note de M. Stéphane Leduc, présentée par M. d'Arsonval.

La première phrase, de ma première Note, sur les croissances artificielles (*Comptes rendus*, 24 juillet 1905, p. 280) est consacrée à mentionner les travaux de Traube. J'ai présenté mes croissances, alors moins parfaites, au Congrès allemand des Sciences (Meran, 1905); elles ont été insérées avec photographies dans la *Physikalische Zeitschrift;* non seulement aucune observation ne s'est élevée en Allemagne, mais la Société allemande de Physique m'a fait l'honneur de me demander mon Mémoire pour l'insérer dans ses *Comptes rendus* (14, 21 novembre, VII. Jahrgang).

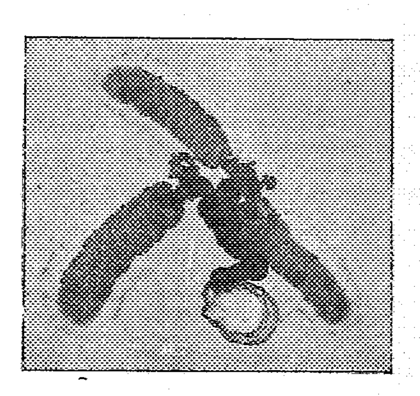
Les silicates précipités m'ont donné de mauvais résultats comme membranes osmotiques. Ils ont été étudiés par Quincke, Bütschli et surtout de Herrera. L'Ouvrage sur la plasmogenèse du Dr Jules Félix de Bruxelles contient de nombreuses photographies des effets produits par les sels dans

les silicates, en particulier le sulfate de fer (*fig.* 41 et 42). Ces expériences n'ont qu'une analogie lointaine avec les miennes.

Je n'ai pas dit, ainsi qu'il est indiqué dans la Note de M. P. Becquerel, avoir reproduit « tous les phénomènes de la vie latente et manifeste », mais bien certaines fonctions considérées comme caractéristiques de la vie.

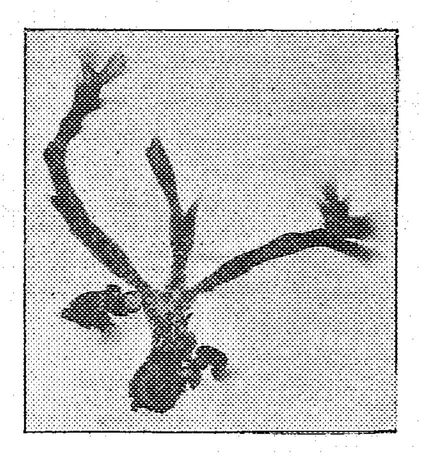
Toutes les croissances jusqu'ici obtenues étaient naines, instables, informes. Mes liquides de culture donnent des croissances de grandes dimensions, stables, transportables et nettement différenciées en rhizomes avec radicules, longues tiges verticales et organes terminaux bien formés. L'importance du milieu nutritif est telle que, comme l'établissent les photographies jointes à cette Note, *la forme est caractéristique du milieu où elle s'est développée;* les chlorures de sodium et de potassium donnent des croissances vermiformes, le nitrate de potassium des épines, le chlorure d'ammonium des chatons.

Fig. 1.



Influence du chlorure d'ammonium dans le liquide de culture de la cellule artificielle. Organes terminaux en chatons.

Fig. 2.



Influence du nitrate de potassium dans le liquide de culture de la cellule artificielle. Organes terminaux en épines.

La nutrition est suffisamment établie par ces faits, mais le métabolisme se révèle encore par les ions colorés. Si le liquide de culture contient un iodure, la croissance s'entoure d'une auréole violette d'iode, l'ion potassium moins gros pénétrant à l'intérieur.

J'appelle *circulation* le transport du liquide membranogène et du sucre dans d'étroits canaux sur des longueurs pouvant atteindre $0^m,30$.

La tête d'une tige artificielle, brisée avant l'achèvement de la croissance, se greffe sur une autre tige et la croissance recommence.

Les cellules vivantes contiennent, outre les sels, pour les ions desquels les membranes artificielles et naturelles sont perméables, des substances à grosses molécules, comme les sucres chez les végétaux, pour lesquelles les membranes sont imperméables. De là l'intérêt d'étudier les cellules artificielles renfermant des sucres.

Il existe entre la croissance des graines artificielles et celle des plantes naturelles des analogies qu'il ne faut pas plus méconnaître qu'exagérer. La graine artificielle et la graine naturelle sont l'une et l'autre enveloppées d'une membrane perméable aux ions, imperméable aux sucres; à mesure que l'eau pénètre, le sucre se solubilise dans l'une, l'amidon dans l'autre, et l'on voit se produire des croissances analogues. Jusqu'à l'apparition de la fonction chlorophyllienne nous ne connaissons pas d'autres conditions physiques de la croissance des plantes naturelles.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Influence de la température et du degré hygrométrique ambiant sur la conservation des œufs.* Note de M. **de Loverdo**, présentée par M. Armand Gautier.

La ponte des œufs étant abondante, dans nos climats, pendant la bonne saison seulement, presque nulle en automne et en hiver, le commerce fut de tout temps obligé de débiter, en arrière-saison, des œufs conservés.

En France, cette conservation, généralement obtenue par l'*eau de chaux*, s'exerce sur plusieurs centaines de millions d'œufs par an. Ce procédé n'empêche pas les premiers phénomènes de la putréfaction de se manifester ou de s'accentuer. Depuis les travaux du professeur Gayon, on sait que ces phénomènes ne sont pas, au début, accompagnés d'odeurs caractéristiques; ils consistent dans la *liquéfaction du blanc*, qui prend une teinte jaunâtre et un aspect de vieux, et dans la *rupture des chalazes*, qui provoque le déplacement du jaune.

Par contre, le *froid*, convenablement appliqué aux œufs frais, écarte ces altérations. Après six mois de conservation dans des chambres froides, les œufs perdent un peu de leur poids par évaporation et combustion; mais cette perte n'est que de 2 à 3 pour 100, alors que dans les conditions ordinaires elle serait de 18 pour 100. L'albumine devient un peu plus aqueuse, mais sans changer sensiblement de teinte; le jaune reste en place

et ne se répand pas lorsqu'on brise la coquille, ainsi que cela a lieu pour les œufs conservés à la chaux. Le goût reste franc et l'œuf se prête à toutes les préparations culinaires.

Ces résultats très satisfaisants ne sont obtenus que sous la condition d'avoir maintenu la chambre froide, pendant toute la période de la conservation, à une *température constante* de — 1° et à un degré hygrométrique aussi rapproché que possible de 78 pour 100.

A cette température de — 1°, la congélation de l'œuf n'est pas à craindre. Ce phénomène ne se manifeste qu'après l'exposition de ces produits, pendant plusieurs jours, à — 3°.

L'œuf congelé isolément, quelques jours après la ponte, ne présente, à l'extérieur, aucune particularité; seuls les œufs soumis à des pressions latérales et perpendiculaires, dans les rangs inférieurs des caisses, peuvent avoir leur coquille fendue. Le blanc décongelé reprend sa consistance normale; par contre le jaune, lequel sous l'influence des basses températures durcit, mais autrement que sous l'action de la chaleur, revenu à la température extérieure, offre quelques analogies avec une boule de caoutchouc, car il cède à la pression sans crever; il ne peut être battu. Toutefois, soumis à la cuisson, il paraît reprendre son aspect normal.

Aucun de ces phénomènes n'est à craindre sous l'influence d'une température de — 1° et même de — 1°,5.

Le *degré hygrométrique* des chambres froides joue un rôle prépondérant dans la conservation des œufs. L'air de ces pièces tend constamment à se saturer des vapeurs d'eau que dégagent ces produits. Cette évaporation atteint jusqu'à 30^{l} d'eau par 24 heures, dans un local refroidi d'une capacité de 400^{m^3}, contenant un million d'œufs.

Pour maintenir le degré hygrométrique voulu, il convient d'éliminer cette vapeur d'eau au fur et à mesure de sa formation.

L'altération que produit l'excès d'humidité est différente de l'altération putride; elle frappe les œufs placés dans des chambres froides défectueuses, et provoque leur moisissure par le développement de champignons appartenant aux genres *Aspergillus* et *Torula*.

Dans les cas les moins graves, le mycélium de ces champignons *fige* d'abord l'albumine, qui ne coule plus; puis, l'air venant à manquer, la moisissure cesse de se développer et fructifie dans la chambre à air.

Lorsque le degré hygrométrique des chambres atteint ou dépasse 90 pour 100, on observe, sur quelques œufs, une altération beaucoup plus grave : le mycélium, qui envahit alors le jaune, y végète avec une telle abondance qu'il ne tarde pas à désagréger les éléments du vitellus et à les répandre dans le blanc. Le tout devient trouble et sale, d'un aspect glai-

reux avec stries verdâtres. L'odeur de moisi exhalée par ces œufs est tellement pénétrante que l'un d'entre eux suffit pour contaminer la presque totalité du contenu d'une caisse. Mais il n'y a pas lieu de redouter cet accident, si l'on maintient constamment le degré hygrométrique des chambres froides au-dessous de 80 pour 100.

Au point de vue hygiénique, le procédé de la conservation par le froid est donc de beaucoup supérieur à celui de la conservation par la chaux. Les basses températures, convenablement appliquées, même pendant une période de 6 à 7 mois, n'altèrent sensiblement ni le goût, ni l'aspect des œufs.

Ceci explique le grand développement que ce nouveau procédé de conservation a atteint aux États-Unis (dont les entrepôts réfrigérants ont reçu 1 milliard 442 millions d'œufs en 1905) et les progrès qu'il ne cesse de faire en Allemagne, en Angleterre, en Italie, en Belgique et même en France.

ZOOLOGIE. — *Sur les Annélides Polychètes rapportées par la Mission antarctique française*. Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les Annélides Polychètes rapportées par la Mission française antarctique française dirigée par M. le Dr Charcot ont presque toutes été draguées à des profondeurs ne dépassant pas 40m, au voisinage du 65e degré de latitude sud. Un intérêt spécial s'attache à ces Vers annelés, à cause de leur lieu de provenance encore mal connu aujourd'hui. Les 36 espèces recueillies, dont 15 sont nouvelles, se rangent dans 32 genres, dont un nouveau, et appartiennent à 12 familles différentes.

Dans la région magellanique, telle que l'a définie Ehlers (1901), le nombre des genres (84) est environ les 60 pour 100 de celui des espèces (36); cette haute proportion de genres s'accuse encore davantage dans la collection de l'expédition antarctique française, car elle s'élève à 90 pour 100 environ, 32 genres pour 36 espèces.

Onze des familles d'Annélides Polychètes vivant sur les côtes de la pointe sud de l'Amérique ne sont pas représentées dans cette collection. Il est probable que de nouvelles recherches viendront combler une partie de ces lacunes; certaines des familles absentes, comme les Glycériens, par exemple, comptent, dans ces parages, un assez grand nombre d'espèces décrites notamment par Grube, Ehlers, Mac Intosh, etc. Par

contre, les Hésioniens, qui n'ont jamais été trouvés jusqu'ici sur le littoral de l'Amérique du Sud, figurent parmi les Polychètes vivant dans l'océan Antarctique. De plus, en dehors du type nouveau de Serpulien (*Helicosiphon* n. g.), les genres *Rhodine* Malmgren, *Leiochone* Grube, *Petaloproctus* de Quatrefages, parmi les Maldaniens; le genre *Lysilla* Malmgren parmi les Térébelliens et le genre *Potamilla* Malmgren parmi les Sabelliens, qui n'ont aucun représentant connu aujourd'hui à la Terre de Feu et dans les contrées voisines, font partie de la faune antarctique.

Les diverses familles d'Annélides Polychètes ont fourni des contingents très inégaux à la collection rassemblée par l'expédition française. Les deux groupes prédominants sont les Syllidiens, avec 7 genres et 9 espèces, et les Térébelliens, avec 6 genres et 6 espèces. La même particularité se retrouve dans la faune des côtes magellaniques et chiliennes.

On a fait observer, pour diverses classes d'animaux, que certaines formes atteignent des tailles exceptionnelles dans les mers australes et aussi que le nombre considérable des individus y contraste avec celui des espèces. Ni l'une ni l'autre de ces remarques ne paraissent s'appliquer aux Annélides Polychètes. D'une part, aucune des espèces ne présente de dimensions anormales; d'autre part, la plupart d'entre elles ne comptent dans la collection du Dr Turquet que fort peu d'exemplaires.

Parmi les espèces antérieurement connues, recueillies par l'expédition du *Français*, 9 sont localisées dans la pointe sud de l'Amérique et les terres situées à des altitudes peu différentes de celle-ci (Géorgie du Sud, îles Malouines ou Falkland); trois autres existent aussi aux Kerguelen et aux îles Marion; d'autres s'étendent davantage dans l'hémisphère austral et pénètrent même dans l'hémisphère boréal; quelques-unes, enfin, peuvent être considérées comme cosmopolites.

Certains Polychètes, propres à la région antarctique (ou que l'on peut regarder actuellement comme tels), ont des affinités très marquées pour des espèces boréales appartenant respectivement aux mêmes genres.

Si l'on met à part les espèces répandues sur de plus ou moins vastes étendues du globe terrestre, de même que celles qui sont nouvelles et dont on ignore la distribution géographique, on constate que la faune annélidienne antarctique est en relation étroite avec celle de l'extrémité sud de l'Amérique (Patagonie, Terre de Feu), dont certaines formes se sont adaptées à un milieu à température extrêmement basse.

CYTOLOGIE. — *L'origine du centrosome*. Note de M. J. KUNSTLER, présentée par M. Alfred Giard.

Depuis l'année 1881 et en de nombreuses publications j'ai fait allusion à l'existence d'éléments protoplasmiques, souvent vésiculaires (Bacteriacées, Protozoaires, cellules, etc.), qui ont été revus et étudiés dans une foule de cas particuliers par un grand nombre d'auteurs, sous des dénominations diverses (*sphérules, vacuolides, chondres, sphéroplastes*, etc.).

La vue théorique en apparence la plus probable qui paraisse pouvoir découler de l'ensemble des faits observés est que les cellules organiques sont des complexes de minuscules éléments vivants individualisés et susceptibles de se reproduire par division, éléments fonctionnels fondamentaux, dont l'activité spécifique engendre les fonctions physiologiques générales qui impriment aux cellules leur cachet propre et qui remplissent toutes les fonctions vitales. La diversité de leur constitution est aussi multiple que leurs rôles; aussi leurs espèces sont-elles nombreuses. Toutefois il y a lieu de faire remarquer que les sphérules le plus souvent étudiées par les auteurs ne sont même pas des formations simples, comme on l'a cru. Ce sont des unités complexes, constituées par la réunion d'un certain nombre de protosphérules élémentaires unies en manière de *morula* ou de *blastula* et contenant un corpuscule central plus colorable (*Gaz. hebd. des Sc. méd. de Bordeaux*, 19 août 1906), ce qui est aussi une constitution assez répandue des centrosomes. Chez certains organismes se trouve réalisé un cas simple de complexes sphérulaires, leur corps étant constitué d'une file unique et linéaire de sphérules. Dans les constitutions plus massives, on arrive quelquefois à discerner des files analogues, parallèles et juxtaposées, plus ou moins nettes et régulières, enveloppées souvent de substance fibrillaire, quelquefois en manière de gaines d'une étendue variable. Les fibrilles, souvent chromophiles, semblent tirer leur origine de divisions successives et incomplètes de protosphérules. Du reste, la constitution fibrillaire affecte des aspects fort variés.

Dans le corps des êtres à file linéaire unique, lorsque le phénomène de la division va se produire, on observe d'abord la bipartition de la sphérule médiane qui, du reste, ne se distingue généralement par rien de bien spécial de ses voisines. L'enveloppe générale de l'être se rétrécit alors à ce niveau, et la séparation de ses deux moitiés s'opère plus ou moins rapidement. Mais il arrive aussi que la sphérule médiane soit plus colorable, par exemple, chez le *Spirillum periplaneticum*, K. et G. (KUNSTLER et GINESTE, *Soc. biol.*, 1906). La division du corpuscule médian chromophile, entraînant celle de l'être, Vejdovsky a cru pouvoir le considérer comme un noyau. La constitution, l'aspect, les réactions, le rôle, l'évolution de ce

corpuscule directeur semblent le rapprocher du centrosome, de telle façon que ce serait là une sorte de centrosome primitif, véritable centre énergétique, en tant que l'on puisse se servir d'une expression qui parle plutôt à l'imagination qu'à la raison pure, qui détermine la division cellulaire. Ce centre existerait d'abord seul chez les organismes dépourvus de noyau; il serait le point de départ du centrosome proprement dit. Il est vrai que certaines expériences ont fait nier la personnalité morphologique de cet élément. Des œufs sans centrosome ont été soumis à l'action de l'acide carbonique, et l'on y a vu apparaître de dix à vingt centrosomes (?) d'où partaient des rayons d'asters protoplasmiques. On en a conclu que les centrosomes ne sont pas des éléments morphologiques proprement dits, mais seulement des *centres de force*. Cette interprétation un peu mystique, basée sur des analogies plus ou moins vagues, serait de nature à faire croire qu'un élément morphologique défini et bien connu peut être improvisé instantanément par la seule influence d'une excitation mécanique. Les connaissances biologiques qui paraissent le mieux établies s'opposent à l'admission d'une sorte de génération spontanée d'éléments figurés.

En résumé, le centrosome semble être le centre cellulaire primitif. Dérivé de la spécialisation d'une sphérule plasmique ordinaire, il paraît avoir précédé le noyau comme élément morphologique intracellulaire. Son rôle semble être resté essentiellement reproducteur. Mais, comme le noyau, il peut présenter les manières d'être les plus variables et exercer les actions les plus diverses sur la substance environnante. De même qu'il y a des organismes et des cellules plurinucléés, de même il en est qui sont pluricentrosomés. Pour diverses raisons, il y aura lieu de rechercher, par exemple, si les sphérules chromophiles des Opalines ne doivent pas être considérées comme des dérivés de centrosomes n'ayant pas déterminé de divisions et dépourvus d'action sur la substance ambiante, parallèlement à l'existence des nombreux noyaux de ces remarquables organismes plurinucléés. L'existence d'êtres unisphérulaires peut permettre d'entrevoir l'origine possible des propriétés spéciales du centrosome, si l'on veut admettre que celui-ci peut représenter, en quelque sorte, la sphérule primitive et initiale.

PHYSIOLOGIE. — *La régulation du cycle nycthéméral de la température et son inversion chez les personnes qui veillent.* Note (¹) de MM. **Ed. Toulouse** et **H. Piéron**, présentée par M. Dastre.

Pour déterminer si l'oscillation périodique de la température humaine était due à l'influence de la périodicité parallèle de l'activité ou si elle répondait à un rythme profond du système nerveux régulateur, des expériences ont été plusieurs fois entreprises. On a recherché si, en intervertissant les conditions de vie et faisant de la nuit le jour, on réussirait à intervertir aussi la courbe nycthémérale de la température. Mais les résultats furent contradictoires et l'on a généralement accepté les conclusions d'Ugolino Mosso (contraires à celles de Delczynski et Maurel), d'après lesquelles « l'on ne peut pas impunément intervertir la veille » et l'on ne réussit qu'à troubler le cycle thermique sans l'invertir.

Nous avons repris, depuis 1899, au cours de recherches relatives à l'influence du service nocturne sur la santé, ces expériences sur des veilleuses de l'asile de Villejuif, femmes consciencieuses dans leur service de surveillance et habituées à des mesures de température.

Les mesures ont porté sur 16 d'entre elles pendant des périodes allant de 12 à 72 jours consécutifs (533 jours au total), certaines avec alternatives de services de jour et de nuit. Les températures rectales étaient prises de 6 heures en 6 heures (3 fois, étant donnée une omission due aux heures de sommeil). Mais, dans trois expériences plus détaillées, les mesures furent prises de 3 heures en 3 heures. Sur ces trois expériences, deux concernent des infirmières mises au service de nuit pour la première fois et chez lesquelles on a pu suivre les modifications progressives de la courbe nycthémérale.

Quelques résultats ont été éliminés par prudence ne paraissant pas présenter des garanties suffisantes, en particulier dans le cas d'indispositions ou de maladies intercurrentes.

Si le type inverti du cycle nycthéméral n'est pas constant chez les veilleuses, il se rencontre néanmoins, comme le montrent les chiffres suivants :

		Durée du sommeil.	6h matin.	Midi.	6h soir.	Minuit.
Type inverti.....	Moyenne (3 cas, 55 jours)	5 heures	37°,45	Sommeil	36°,90	36°,75
Type non inverti.	Moyenne (4 cas, 63 jours)	6h20m	36°,72	Sommeil	37°,23	36°,78

(¹) Présentée dans la séance du 24 décembre 1906.

Mais chez aucune des veilleuses habituées au service de nuit (à type inverti ou non) on ne retrouve dans le service de jour la courbe nycthémérale typique. Le maximum ne se rencontre ni le matin ni le soir, mais à midi :

	Durée du sommeil.	6h matin.	Midi.	6h soir.	Minuit.
Moyenne (3 cas, 26 jours)...	8h20m	36°,95	37°,34	37°,18	Sommeil

Chez une infirmière suivie pendant 55 jours dans des périodes alternantes de service de jour (2) et de service de nuit (3), présentant normalement le type inverti, on vit que la courbe normale était celle qui répondait à l'activité professionnelle et que la réinversion de la courbe n'était pas obtenue. Au lieu de l'oscillation lente de la courbe normale on constatait à la fin du sommeil une ascension brusque de la température.

En présence de cette difficulté à faire changer le type d'une courbe, il était intéressant de suivre en détail les variations du cycle nycthéméral d'une infirmière n'ayant jamais fait de service de nuit. Deux expériences furent suivies, dont voici les résultats généraux :

	6 h. matin.	9 h. matin.	Midi.	3 h. soir.	6 h. soir.	9 h. soir.	Minuit.	3 h. matin.
A. — I. Service de jour (10 jours)	36°,61	36°,75	37°,03	37°,19	37°,37	**37°,53**	Sommeil	
II. 1° Service de nuit (8 jours)	36,75	36,80	Sommeil		37,24	37,40	**37°,53**	36°,86
III. 2° Service de nuit (9 jours)....	36,94	37,04	Sommeil		37,21	(37,30)	**37,47**	37,30
IV. 3° Service de nuit (10 jours)....	37,04	36,93	Sommeil		37,12	37,27	37,44	**37,47**
B. — I. Service de jour (7 jours)	**37,10**	37,13	37,31	37,31	37,31	**37,43**	Sommeil	
II. 1° Service de nuit (14 jours)....	37,07	37,24	Sommeil		**37,29**	37,18	**36,83**	36,90
III. 2° Service de nuit (9 jours)....	37,01	**37,12**	Sommeil		37,10	37,07	**36,80**	36,86
IV. 3° Service de nuit (5 jours)....	36,97	**37,15**	Sommeil		36,95	36,70	**36,46**	36,64
V. 1° Service de jour rétabli (4 jrs)..	**36,90**	**37,55**	37,17	37,25	37,35	37,20	Sommeil	
VI. 2° Service de jour (7 jours)....	**37,00**	**37,63**	37,50	37,34	37,31	37,33	Sommeil	

On peut voir dans le premier cas une marche vers l'inversion de la courbe par retard progressif du maximum et plus lent du minimum. Dans le second cas, le maximum se déplace par avance vers la gauche dans le Tableau, et réalise l'inversion dès la période III. En revanche, au retour à la vie normale, la réinversion ne s'est pas encore produite dans les limites de l'expérience, mais il se dessine nettement une tendance à cette réinversion par retard du maximum.

Ce qui résulte de ces faits, c'est la mise en évidence de deux facteurs qui agissent sur le cycle nycthéméral. Le premier, qui détermine l'allure

générale de la courbe normale, est un facteur actuel : l'*activité* (¹). Le cycle nycthéméral suit l'oscillation périodique de l'activité; ses variations agissent en un sens révolutionnaire. Mais un facteur conservateur s'oppose à ces variations : les influences antérieures, par l'intermédiaire du système nerveux, maintiennent le rythme acquis, c'est *le facteur de l'habitude.*

Lorsque les conditions de vie changent, il ne se produira donc une adaptation nouvelle du cycle thermique qu'après un amortissement plus ou moins lent du rythme habituel; après cet amortissement, si les conditions nouvelles sont stables, un nouveau rythme tendra à se perpétuer, s'opposant même au retour du rythme ancien, et c'est ainsi que s'expliquent pleinement, sous l'influence de l'activité et de l'habitude, les irrégularités qui caractérisent les changements du cycle nycthéméral de la température.

GÉOLOGIE. — *Sur les terrains crétacés de l'Atlas occidental marocain.* Note de MM. **W. Kilian** et **Louis Gentil**, présentée par M. Michel Lévy.

Les terrains crétacés ont été signalés depuis longtemps dans l'Atlas occidental marocain par Pomel (1876) et l'explorateur anglais Thomson a indiqué (²) la grande extension de ces dépôts secondaires, confirmée plus tard par le géographe allemand Theobald Fischer. Mais c'est aux géologues français qu'il faut attribuer le mérite d'avoir jeté quelque lumière sur la stratigraphie de ces terrains et, d'une manière générale, sur la stratigraphie complète de l'Atlas.

M. Brives a, dans trois Notes successives (*Bull. Soc. géol. Fr.*, 1905-1906), signalé un Berriasien à *Hoplites Boissieri* Pict., un Néocomien caractérisé par *Ostrea Couloni* d'Orb., *O. aquila* d'Orb., et *Toxaster africanus* Coq., un Gault (Br. et Braly) à *Acanthoceras Milleti* et *Nucula bivirgata* Fitt.; audessus, le Cénomanien transgressif renferme *Acanthoceras Mantelli* Sow., *Ostrea flabellata* d'Orb,, *Ostrea scyphax* Coq., auquel succède le Turonien, déterminé par *Astarte Seguenzæ* Th. et Peron. M. Brives ne donne aucune

(¹) C'est l'importance des variations du taux de l'activité physique et mentale qui détermine normalement la différence entre le minimum et le maximum de la courbe. Dans le travail nocturne, le taux de l'activité ne s'élevant jamais très haut, en particulier en raison de l'absence de la lumière solaire, la différence entre le maximum et le minimum est moindre que dans le travail diurne.

(²) *Travels in the Atlas and Southern Marocco* (avec carte géologique en couleur). Philip, London, 1889.

liste de faune de ces terrains, qu'il constate, à diverses reprises, comme assez pauvres en fossiles.

Plus récemment M. Paul Lemoine, confirmant les observations de ses devanciers, a de plus défini, avec précision, deux horizons du Crétacé inférieur, le Barrémien et l'Aptien (1905).

Les recherches faites par l'un de nous dans le Sud marocain (Mission de Segonzac) lui ont permis de constater l'existence d'une série à peu près complète du Crétacé dans la partie occidentale de l'Atlas, notamment à l'extrémité de la chaîne, qui forme la zone littorale atlantique comprise entre Mogador et la plaine du Sous. Les niveaux reconnus sont, le plus souvent, remarquables par la richesse de leur faune. Aussi, malgré les conditions assez précaires de ses explorations, a-t-il pu rapporter d'abondants matériaux dont un premier examen nous a déjà permis de signaler à l'Académie deux niveaux, très riches, de l'Aptien sup. (Gargasien) et du Gault inf. (niveau de Clansayes) (1).

L'étude plus attentive de ces matériaux nous a révélé la présence de plusieurs autres niveaux très riches du Crétacé inférieur et moyen (2). Nous nous occuperons dans la présente Note du Néocomien et du Barrémien.

Le premier de ces étages est représenté par l'Hauterivien, très développé.

1° L'Hauterivien inférieur, en partie néritique, est caractérisé par de gros Brachiopodes et des Ammonites rappelant les formes de la région jurassienne et de la Crimée, notamment des *Leopoldia: Leopoldia Kiliani* v. Kœn. sp., *L. Inostranzewi* Karak. sp., *L. biassalensis* Kar. sp., *L. Douannensis* Baumb., *Hoplites Rollieri* Baumb., *H.* (*Acanthodiscus*) gr. de *radiatus* Brug. sp., *H.* cf. *campylotoxus* Uhl., *Parahoplites* intermédiaires entre *Par.* (*Thurmannia*) *Thurmanni* Pict. sp., et *Par. cruasensis* Torc. sp., *Holcostephanus* (*Astiera*) *Astieriana* d'Orb. sp.; *Duvalia dilatata* Blainv. sp., *Nautilus neocomiensis* d'Orb., *Exogyra Couloni* Defr. sp. (var. étroite), *Ostrea* (*Alectryonia*) *rectangularis* Rœm., *Cucullaea* sp., *Arca* sp., *Arca* cf. *Robinaldina* d'Orb., *Plicatula* sp., *Mytilus Couloni* Pict., *Rhynchonella multiformis* Rœm. (*in* Pictet et de Loriol), en échantillons de grande taille; *Terebratula prælonga* Sow., (= *acuta* Qu.), abondante en gros exemplaires passant à *T. sella* Sow.; *T.* (*Aulacothyris*) *collinaria* d'Orb. (*in* Pict. et de L.), forme géante; *T. Salevensis* de Lor., *T. Moutoniana* d'Orb., *T. Carteroni* d'Orb. (typique).

2° L'Hauterivien supérieur (ou peut-être l'extrême base du Barrémien) renferme *Crioceras* nov. sp., du groupe de *Cr. Duvali* mais à costules très atténuées; *Desmoceras Neumayri* Haug, *Desm.* (grosse forme) intermédiaire entre *D. Neumayri* H.

---

(1) *Comptes rendus*, 5 mars 1906.

(2) Les déterminations paléontologiques qui vont suivre ont été faites au Laboratoire de Géologie de l'Université de Grenoble par M. W. Kilian, avec le concours de M. Paul Reboul.

et *D. cassidoides* Uhl., *Lytoceras densifimbriatum* Uhl., *Nautilus pseudo elegans* d'Orb. (très commun).

Cette faune correspond très probablement à la zone à *Parah., anguli-costatus* d'Orb. sp., telle qu'elle est développée à la base du Barrémien près de Cobonne (Drôme).

3° Le Barrémien est extrêmement fossilifère et rappelle les gisements de Cobonne (Drôme) et de la Roumanie. On remarque cependant l'absence totale des *Holcodiscus* d'une part et, de l'autre, la prédominance des Criocères du groupe des *Cr. Barremense* Kil., *Rœmeri* N. et U. et *Rœveri* v. K., voisins à la fois des types du Hils et de ceux de la haute Provence.

La faune est plutôt celle du Barrémien inférieur que celle du Barrémien supérieur. Les espèces les plus remarquables sont :

Serpula sp., *Phylloceras Tethys* d'Orb. sp., *Ph. infundibulum* d'Orb. sp., *Desmoceras difficile* d'Orb. sp., très commun avec toutes ses variétés passant à *D. Waageni* Sim., *D. Waageni* Sim. (typique), *D. Uhligi* Haug, *D. cassidoides* Uhl., *D.* (*Cleoniceras*) *Suessi* Sim. (forme intermédiaire entre *D. cassidoides* U. et *D. Uhligi* H.), *Pulchellia compressissima* d'Orb. sp. (in Karsten), *P. Caicedi* Karst. sp., *P. Didayana* d'Orb. sp., *P. Dumasiana* d'Orb. sp., *Douvilleiceras* (*Albrechti Austriæ* Uhl. (var. fig. p. Simionescu), *Parahoplites* sp. (intermédiaire entre *P. angulicostatus* d'Orb. sp. et *P. cruasensis* d'Orb. sp.), *Crioceras barremense* Kil. (identique au type figuré par Simionescu), *Cr.* du gr. de *Cr. Rœveri* v. K., de *Cr. Rœmeri* N. et U., *Cr. rude* v. K., *Cr.* (*Ancyloceras*) *Hoheneggeri* Uhl. (in Haug, Puezalpe), très abondants en fragments de jeunes et d'adultes), *Cr. Binelli* Ast. (jeune et adulte), *Cr.* du gr. de *Cr.* (*Ancyloceras*) *crassum* v. K. sp., *Cr. nodulosum* v. K., *Cr. fissicostatum* v. K., *Cr.* (*Anc.*) *Thiollerei* Ast. sp., *Cr.* (*Anc.*) *van den Hecki* Ast. sp., *Cr. hammatoptychum* Uhl., *Cr. Emerici* d'Orb., *Cr. Cornuelianum* d'Orb., *Cr.* aff. *trinodosum* d'Orb. sp., *Cr. dissimile* d'Orb., sp. (in Simionescu), *Cr.* du gr. de *Cr. Panescorsi* Ast. sp.; *Heteroceras* cf. *Tardieni* Kil. (hampe), *H. Astieranum* d'Orb. (emend. Kilian), *Ancyloceras Fallauxi* U., *Nautilus pseudoelegans* d'Orb., *N. neocomiensis* d'Orb., *Solarium* sp., *Exogyra Couloni* Defr. sp., var. large passant à *Ex. aquila* d'Orb. sp. (identique à une variété fréquente dans le Barrémien des Augustines près Brouzet (Gard); *Terebratula Moutoniana* d'Orb., *T. Russillensis* de Lor., *Rhynchonella multiformis* Rœm. sp.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux au 1er janvier 1907.* Note de M. **Th. Moureaux**, présentée par M. Mascart.

Aucune modification n'a été apportée, en 1906, à la marche du service magnétique établi depuis 1901 à l'Observatoire du Val-Joyeux. M. Jules Itié est resté chargé des observations, qui ont été continuées avec les

mêmes instruments et réduites d'après les mêmes méthodes que les années précédentes.

Les valeurs des différents éléments au 1er janvier 1907 résultent de la moyenne des valeurs horaires relevées au magnétographe le 31 décembre 1906 et le 1er janvier 1907, rapportées à des mesures absolues faites le 27 décembre et le 2 janvier.

La variation séculaire est déduite de la comparaison entre les valeurs actuelles et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1906 (1).

Valeurs absolues et variation séculaire des éléments magnétiques à l'Observatoire du Val-Joyeux.

Éléments.	Valeurs absolues au 1er janvier 1907.	Variation séculaire.
Déclinaison occidentale	14°48',71	— 5',02
Inclinaison	64°46',9	— 1',9
Composante horizontale	0,19735	+ 0,00006
Composante verticale	0,41905	— 0,00046
Composante nord	0,19079	+ 0,00013
Composante ouest	0,05045	— 0,00026
Force totale	0,46320	— 0,00039

L'Observatoire du Val-Joyeux est situé à Villepreux (Seine-et-Oise), par 0° 19′ 23″ de longitude ouest et 48° 49′ 16″ de latitude.

M. F. **Ferber** adresse une Note *Sur les hélices propulsives*.

MM. **P. Tsoucalas** et **J. Vlahavas** adressent deux Notes intitulées : *Sur les hélices de propulsion* et : *Étude comparative des hélicoptères et des aéroplanes*.

(Ces trois Notes sont renvoyées à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 115.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 14 JANVIER 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CHIMIQUE. — *Comparaison entre les phénomènes chimiques déterminés par un échauffement résultant de causes purement calorifiques et ceux dus à un échauffement produit par des actions électriques.* Note de M. **Berthelot**.

L'emploi de l'électricité pour provoquer par échauffement les phénomènes chimiques de combinaison et de décomposition a eu lieu de tout temps; mais il donne lieu, au point de vue de la Mécanique chimique, à certaines distinctions qui n'ont pas toujours été faites : peut-être n'est-il pas superflu de présenter à cet égard quelques observations.

Je citerai particulièrement les expériences dans lesquelles les corps réagissants, ou seulement quelques-uns d'entre eux, sont des corps solides et conducteurs, traversés par un courant électrique continu, susceptible d'en élever la température : par exemple, un fil ou une lame de métal (ou bien une baguette de carbone).

Une multitude de réactions peuvent être déterminées par un tel échauffement : soit que tous les corps mis en contact y participent, soit quelques-uns d'entre eux, maintenus en rapport avec des fluides, et spécialement avec des gaz.

Mais c'est à tort que l'on prétendrait assimiler complètement le mécanisme et la théorie des réactions ainsi produites sous une influence électrique à ceux des réactions qui auraient lieu entre les mêmes corps portés à la même température par un échauffement proprement dit dû à des causes purement calorifiques, tel que celui provoqué par le rayonnement des corps solides incandescents de nos fourneaux, ou même par pure convection. En effet, il y a en plus les actions électriques, attribuables tant à

l'électrolyse ordinaire qu'à la conductibilité électrique gazeuse, conçue comme ionisation des corps composés, ou des molécules atomiques elles-mêmes. On sait d'ailleurs que l'accroissement de la conductibilité du charbon avec la température conduit à la rapprocher de la conductibilité électrolytique proprement dite, laquelle est toujours accompagnée d'une décomposition chimique, phénomène auquel la dépolymérisation du carbone est assimilable.

Pour prendre un exemple concret, rappelons la combinaison directe du carbone solide avec l'hydrogène gazeux, c'est-à-dire la synthèse de l'acétylène. Depuis l'origine, j'ai constamment expliqué cette combinaison par les effets d'un échauffement, porté jusqu'à une température assez élevée pour amener le carbone à l'état gazeux, en restituant à cet élément l'énergie perdue par sa polymérisation, laquelle l'avait condensé sous les états qu'il possède à la température ordinaire.

Cette interprétation a été confirmée d'ailleurs par les chimistes qui se sont occupés depuis de cette réaction, opérée soit dans l'arc électrique, soit au moyen d'un fragment ou baguette de carbone (1), conducteur d'un courant électrique.

Cependant aucune de ces manières d'opérer ne ramène entièrement les conditions de la combinaison à celles d'un phénomène purement calorifique : ce qui serait nécessaire pour en écarter en théorie toute influence électrique déterminante.

Ces objections atteignent également les observations relatives à la formation supposée du méthane ou formène, par la réaction du carbone sur l'hydrogène, à une température inférieure à celle qui produit l'acétylène. Elles sont d'autant plus fondées pour le cas du méthane que, dans les expériences publiées à cet égard, on a signalé la présence constante de petites quantités d'oxyde de carbone, gaz dont le mélange avec l'hydrogène donne, comme on sait, naissance à du méthane sous l'influence de l'effluve électrique. Que cet oxyde de carbone provienne des impuretés du carbone, comme il est probable, ou de la présence de traces d'air ou de vapeur d'eau dans les matières mises en œuvre, cette remarque subsiste avec toute sa force.

On doit en dire autant de toute réaction non instantanée, déterminée dans des systèmes gazeux par le contact direct d'une lame ou d'un fil métallique, rendu incandescent par le passage d'un courant électrique.

---

(1) Voir, pour ne parler que des expériences les plus récentes, J. Norman Ring and R. Salmon Hutton, *Transactions of the Chemical Society*, 1906.

C'est à tort que ce dernier procédé a été assimilé à un échauffement régulier, dû à des causes purement calorifiques. Une semblable assimilation serait d'autant moins légitime que, dans un ensemble de ce genre, l'inégalité de température entre le métal électrisé et les régions diversement éloignées des gaz qui l'entourent a pour effet de provoquer des phénomènes thermo-électriques, et par suite des effluves électriques : effets que j'ai déjà eu l'occasion de signaler par mes études sur le tube chaud et froid.

Il pourrait en être autrement dans le cas du chauffage électrique d'un tube de porcelaine entouré d'une lame métallique mise en rapport avec le courant; tube au centre duquel on aurait disposé, comme je l'ai fait dans quelques expériences, des gaz renfermés dans un vase de quartz scellé à la lampe et enveloppé d'une feuille métallique : les gaz contenus dans le tube de quartz se trouvent ainsi portés dans toutes leurs parties à une température uniforme : condition fondamentale, à laquelle il convient de joindre pour complète correction cette disposition expresse que l'enveloppe métallique du tube de quartz soit mise en communication par des fils avec le sol humide, ou avec une nappe d'eau; ce qui réalise une enceinte protégée.

Il a paru utile de définir nettement ces différences entre l'échauffement calorifique proprement dit et l'échauffement compliqué par des influences électriques, susceptibles de modifier profondément la nature des énergies concourantes et la théorie des phénomènes.

CHIMIE. — *Sur les prétendues plantes artificielles.*
Note de M. GASTON BONNIER.

Dans une nouvelle Communication de M. Stéphane Leduc, présentée lundi dernier à l'Académie des Sciences, l'auteur dit que la première phrase d'une Communication de lui, faite un an et demi auparavant (24 juillet 1905), est consacrée à mentionner les travaux de Traube.

Voici cette phrase : « On a une cellule artificielle analogue à celle de Traube [1], mais en différant parce qu'elle a, non seulement la faculté de se gonfler et de grossir, mais aussi d'émettre des prolongements analogues aux radicules et aux tigelles, prolongements que l'on voit croître lentement. »

---

[1] Ici, aucune date ni aucune indication des divers travaux de M. Traube.

Cette phrase prouve que M. Stéphane Leduc n'a pas lu les Mémoires où M. Traube expose ses recherches sur ces curieux précipités, non seulement avec les mêmes sels que ceux employés par M. Leduc, mais aussi avec beaucoup d'autres, additionnés ou non de sucre.

Voici, en effet, quelques phrases prises dans les travaux de M. Traube [1] :

A propos de l'action des sels de cuivre sur une dissolution de ferrocyanure de potassium, M. Traube, après avoir décrit deux modes de précipités arborescents, dit : « En outre, on observe des combinaisons des deux types précédents, qui présentent parfois l'aspect d'une sorte de rhizome, duquel partent vers le haut de longues excroissances en forme de tiges et, vers le bas, des prolongements en forme de racines. »

Et ailleurs :

« Des cellules s'allongeant, dont la membrane est formée de ferrocyanure de cuivre, se couvrent de nombreuses épines creuses. »

Ou encore :

« Si l'on met un petit morceau de chlorure de cuivre dans une solution de 4 à 6 pour 100 de ferrocyanure de potassium, il se développe une formation s'appuyant sur le fond du vase, avec membrane de ferrocyanure de cuivre, à l'intérieur de laquelle circule un liquide vert. Mais, très peu de temps après, la cellule commence à croître exclusivement par le sommet, de sorte qu'elle passe de sa forme arrondie initiale à une forme allongée, dont l'axe longitudinal est vertical. Si, en inclinant le vase, on l'amène dans une position oblique ou horizontale, l'extrémité de la cellule continue à pousser dans une direction différente de celle du fond du vase, mais toujours verticalement vers le haut.

» Lorsque la membrane se déchire, la dissolution verte s'échappe aussitôt par la blessure, mais elle s'y revêt bientôt d'une membrane précipitée qui prend l'aspect soit d'une pièce rapportée ou greffée sur la cellule primitive, soit d'une excroissance ou d'une branche de cette cellule. »

Toutes ces descriptions de Traube, et celles qu'on pourrait y ajouter en passant en revue les quarante-huit séries d'expériences faites par cet auteur en 1865 et 1867, ainsi que les nouvelles recherches du même auteur, publiées en 1875, contiennent celles de M. Leduc sur les prétendues plantes artificielles, et aussi un grand nombre d'autres résultats.

---

(1) Moritz Traube, *Centralblatt für medicin. Wissenschaft*, 1865. — *Experimente zur Theorie der Zellbildung und Endosmose* (*Archiv. für Anatomie, Physiologie und Wiss. Medicin*, von Reichert und Dubois-Reymond, 1867, p. 87). — *Botanische Zeitung* (1875, p. 56 et suivantes). Voir aussi le *Traité de Botanique* de Sachs, ou sa traduction en français par M. Van Tieghem (187 p. 780).

Les expériences classiques de Traube ont été d'ailleurs reprises et variées presque à l'infini par un grand nombre d'auteurs.

Il suffit de mentionner, à cet égard, les arborescences décrites par Pfeffer ([1]). Il résulte de toutes ces expériences que la forme du précipité obtenu est fonction du milieu où il s'est développé et aussi, dans une certaine mesure, de la forme du vase qui contient la dissolution.

La production de ces singuliers précipités est devenue banale et se fait couramment dans les cours de Chimie. M. Leduc dit, dans sa dernière Communication, « toutes les croissances jusqu'ici obtenues étaient naines, instables, informes. Mes liquides de culture donnent des croissances de grandes dimensions, stables, transportables, nettement différenciées en rhizomes avec radicules, longues tiges verticales et organes terminaux bien formés. » M. Leduc insère, à l'appui, dans les *Comptes rendus,* deux figures qui ont déjà paru dans le journal *l'Illustration* et dans une brochure de M. Leduc.

Il suffit de lire les descriptions des auteurs que j'ai cités pour se rendre compte que les précipités obtenus par eux remplissent les dernières conditions indiquées par M. Leduc.

Notre confrère, M. Gernez, en avait réalisé avec divers sels de tellement nets et stables qu'ils pouvaient être conservés dans du papier, comme des plantes d'herbier, transportés, et que des amateurs s'y sont trompés à première vue, prenant pour des algues ces précipités métalliques. Certaines de ces arborescences obtenues sont tellement stables qu'on a depuis longtemps utilisé leur production, notamment à Nancy, pour les placer en montre à la devanture des boutiques de pharmacie.

En somme, il est difficile de voir en quoi les expériences de M. Leduc apportent sur ce sujet quelque fait nouveau.

Mais, à la répétition des expériences de Traube, M. Stéphane Leduc ajoute des considérations qui lui sont personnelles. Dans sa Communication du 24 juillet 1905 et dans d'autres publications signées de lui ([2]),

---

([1]) Pfeffer, *Osmot. Unters.*, 1877, p. 11; *Bot. Inst. Tübingen* (Vol. II, 1886, p. 30). — Tamman, *Zeitschr. f. physik. Chemie* (Vol. X, 1892, p. 255). — Walden (*Id.*, p. 699). — Funfstuck (*Ber. der Bot. Gesellsch.* (1893, p. 80). — Overton (*Société des Naturalistes de Zurich,* 1895), etc.

([2]) Stéphane Leduc, *Les Bases physiques de la vie et la Biogenèse* (avec figures) (Paris, Masson, décembre 1906). — *Miracles : Comment un savant crée des êtres vivants* (avec illustrations) (*Le Matin,* 21 décembre 1906).

M. Leduc fait entendre que ces précipités métalliques tubulaires possèdent: organisation cellulaire, appareil circulatoire, thermotropisme, osmotropisme, nutrition, et il ajoute : « Une seule fonction reste à réaliser pour achever la synthèse de la vie : la reproduction en série. Je considère ce problème comme de même ordre que ceux que j'ai déjà résolus. »

On sait que la physiologie moderne démontre que les forces mises en jeu dans les êtres vivants ne sont autres que les forces physico-chimiques; M. Traube et les auteurs cités plus haut ont étudié, à ce point de vue, les propriétés des membranes hémiperméables. M. Leduc n'apporte aucun élément nouveau à cette démonstration. Quant à l'organisation cellulaire et à l'appareil circulatoire, rien de semblable ne s'observe dans la constitution de ces curieux précipités tubulaires.

M. Stéphane Leduc, dans sa Communication à l'Académie, du 7 janvier 1907, dit avec raison qu'il ne faut pas exagérer les analogies entre les « graines artificielles » et les graines naturelles. Il semble que M. Leduc ne se soit pas suffisamment gardé contre ces exagérations.

NAVIGATION. — *Sur la huitième campagne de la* Princesse-Alice II. Note de S. A. S. le Prince **Albert Ier de Monaco**.

La huitième campagne de la *Princesse-Alice* a eu lieu dans les régions arctiques; ses résultats intéressent les trois domaines de la terre, de la mer et de l'atmosphère. Deux missions terrestres composées, l'une de sept Norvégiens et un Français dirigée par le capitaine Isachsen, l'autre, écossaise, dirigée par M. Bruce, s'ajoutaient à mon personnel ordinaire; de plus je m'étais adjoint un petit vapeur norvégien, le *Quedfjord*, monté par huit hommes. Le professeur Hergesell conduisait des recherches météorologiques dans la haute atmosphère. Le docteur Portier poursuivait des études physiologiques sur le sang des animaux arctiques. Le docteur Richard s'occupait de la zoologie et le lieutenant de vaisseau Bourée exécutait le travail hydrographique. Enfin M. Tinayre, artiste peintre, faisait une quarantaine d'œuvres destinées à reproduire l'aspect des régions parcourues. Cette campagne, commencée le 24 juin au Havre, s'est terminée au même point le 19 septembre. Entre le 15 mai et le 7 juin mon navire avait servi à des recherches entreprises par le professeur Fridtjof Nansen et confiées à son assistant M. Walfrid Ekman. Le savant suédois étudiait la compressibilité de l'eau de mer avec des piézomètres à renversement d'un

type nouveau, qui furent immergés une trentaine de fois depuis la profondeur de 1500^m jusqu'à celle de 4500^m dans la Méditerranée et l'Océan.

Géographie. — Mon principal effort s'est porté sur une exploration de la terre spitsbergienne située entre 11° et 13°30′ longitude Est, 79° et 79°40′ latitude Nord. Le capitaine Isachsen, de l'armée norvégienne, secondé par le lieutenant Staxrud, le géologue Horneman, le docteur français Louët et quatre porteurs norvégiens, muni de traîneaux, de skis et des instruments nécessaires, a recueilli, sur un parcours d'environ 1000^{km}, les éléments d'une carte complète et d'une étude géologique de toute cette région dans laquelle personne n'avait encore pénétré. Deux bases étaient astronomiquement mesurées, l'une au point de départ dans la baie Smeerenburg, l'autre au point d'arrivée dans la baie Cross, et le groupe de ces huit explorateurs se divisait en plusieurs sections afin de couvrir un plus grand espace; il campait exclusivement sur les glaciers pendant un mois et demi, sans autre appui que les traîneaux. L'altitude de 1194^m a été atteinte dans ces conditions et peut-être dépassée. Son travail comporte 140 stations géodésiques et topographiques sans parler des études géologiques. Simultanément, la mission écossaise, débarquée sur la Terre du Prince Charles, travaillait à la construction d'une carte et, malgré des brumes fréquentes, exécutait son programme sur une étendue littorale et intérieure d'environ 60^{km} qui présente, avec le travail du capitaine Isachsen, certains recoupements très utiles. L'œuvre de M. Bruce précisera la position de l'extrémité Nord de cette grande île placée sur la route des navigateurs longeant la côte occidentale du Spitsberg.

Hydrographie. — Pendant que mes missions terrestres accomplissaient leur tâche, j'ai fait l'hydrographie de la baie Cross, grande ouverture qui pénètre par plusieurs branches à une trentaine de kilomètres vers l'intérieur, et où la mission Isachsen devait aboutir. Une triangulation spéciale y a été faite par MM. Hergesell et Bourée, tandis que je procédais à environ 500 sondages avec les deux navires. Je signalerai le glacier Silliehook, dans la branche nord-ouest de la baie Cross, comme le plus actif de ceux que je connais au Spitsberg; il produit, surtout en fin de saison, des icebergs atteignant 500^m ou 600^m de circonférence et 20^m ou 30^m de haut.

Bien souvent, dans cette baie comme dans les autres, nous avons constaté un phénomène de *grésillement* de la glace : celle-ci, fragmentée à l'infini par la fusion ou pour une autre influence, produit un son pareil à la *friture* du téléphone et qui semble causé par la libération de bulles d'air enfermées sous pression dans son épaisseur.

Je mentionne encore ici un détail géologique de la baie Wijde, au nord du Spitsberg et qui pénètre jusqu'à une centaine de kilomètres vers l'intérieur. Les montagnes de la côte orientale offrent au spectateur établi sur la côte opposée, sous une certaine lumière, une teinte nettement délimitée à la hauteur de 200^m ou 300^m, quelle que soit la nature du sol. On dirait que, jusqu'à ce niveau, les montagnes en question aient subi une influence spéciale.

Météorologie. — La météorologie de la haute atmosphère a été étudiée par les opérations suivantes : 4 cerfs-volants jusqu'à l'altitude de 800^m; 3 ballons captifs jusqu'à 2700^m; 5 ballons-sondes jusqu'à 7500^m; 18 ballons-pilotes jusqu'à 29800^m. Les chiffres concernant certains ballons-pilotes sont peut-être encore sujets à une légère rectification.

L'emploi des cerfs-volants était rarement possible à cause d'une zone de calme qui succédait souvent à celle du vent inférieur. L'emploi des ballons-sondes était gêné par le brouillard presque permanent au large. Mais les ballons-pilotes, favorisés par un temps clair sur la côte, ont pu être lancés dans les meilleures conditions, et leurs altitudes, observées au théodolite, ont été contrôlées par plusieurs méthodes qui fournissent, en plus de la direction et de la vitesse des courants supérieurs, une notion intéressante sur la pureté de l'atmosphère arctique; ces ballons, de $0^m,70$ au départ, sont restés visibles jusqu'à la distance de 80^{km} et ne disparaissaient à la vue que par suite de leur éclatement. Cette même pureté de l'atmosphère nous permettait, un jour, de distinguer à la distance de 40^{km} chacun des quatre hommes de la mission Isachsen avec leur traîneau, sur le glacier de Smeerenburg. Les lancements de ballons météorologiques ont eu lieu, cette année, depuis la latitude de 43°14′ N. jusqu'à celle de 79°45′ N.

Océanographie. — 3 échantillons de fond ont été obtenus par le tube sondeur Buchanan et 17 par le sondeur Léger, 11 séries verticales de température ont été prises dans huit baies du Spitsberg jusqu'à la profondeur de 57^m.

Zoologie. — Le docteur Richard a continué ses récoltes de plankton avec 84 opérations pratiquées depuis la Manche jusqu'à la banquise en passant par les fjords de la Norvège et du Spitsberg; 2 nasses triédriques descendues vers le centre de la baie Cross, au Spitsberg, sur des fonds de 320^m et 368^m, ont rapporté surtout des poissons rares. Un filet vertical de grande ouverture, au-dessus des mêmes fonds, a donné des Crustacés principalement. Une drague lancée dans la baie Wijde, par une vingtaine de mètres, a fourni de nombreux animaux. 26 opérations de trémail, dans

les fjords de la Norvège et du Spitsberg, n'ont rapporté que des animaux communs.

Physiologie. — Les travaux du docteur Portier ont eu surtout pour objet l'étude de la pression osmotique des liquides organiques chez les Vertébrés polaires. Il a obtenu le point cryoscopique du sang de nombreuses espèces, Mammifères, Oiseaux ou Poissons.

Enfin, si je mentionne ici que, pendant une mission dont j'ai chargé le commandant Chaves, directeur des observatoires météorologiques des Açores, et qui avait pour objet l'étude du magnétisme terrestre dans l'Afrique australe et orientale, mais qui, en outre, a permis d'obtenir une série régulière de pêches pélagiques depuis 35°20′ de latitude Nord jusqu'à 25°16′ de latitude Sud, il sera constaté que l'Institut océanographique de Monaco a développé son action, en 1906, depuis 80° de latitude Nord jusqu'au cap de Bonne-Espérance, et, de plus, qu'il a été servi, pour ces travaux, par 9 nationalités différentes.

M. **Maurice Levy**, en faisant hommage à l'Académie de la troisième édition de la première Partie de son Ouvrage : *La Statique graphique et ses applications aux constructions*, s'exprime en ces termes :

J'appelle l'attention sur les points nouveaux que cette édition comporte et, notamment, les suivants :

1° Le problème du passage d'un convoi sur un pont-route ou un pont de chemin de fer est complété par diverses indications pratiques, par une Table numérique de M. Résal, très commode pour une première étude d'un projet de pont; enfin (Note II), par le règlement ministériel du 29 août 1891, concernant les calculs et les épreuves des ponts métalliques, règlement qui remplace celui du 9 juillet 1872, en vigueur lors de la publication de la seconde édition de cet Ouvrage.

2° Au sujet des charpentes pour toitures, on a ajouté le règlement du 17 février 1903 sur les calculs et épreuves des couvertures des halles à voyageurs, règlement édicté à la suite d'un accident survenu dans l'un de ces édifices,

3° La Note sur l'élasticité des systèmes plans a été complétée sur deux points : d'une part, l'étude directe des forces élastiques qui s'y développent sans passer par la recherche des déplacements élastiques. (Extrait d'une Note que l'Auteur a présentée à l'Académie en 1898); d'autre part, le résumé des idées qu'on se fait sur les divers modes de rupture de la ma-

tière depuis les études faites sur les lignes de Luders et de Hautmann, idées qui, d'ailleurs, ont leur source dans les recherches de Tresca, sur *l'écoulement des corps solides*.

4° Enfin, on a cru bien faire en publiant dans une Note finale les instructions que le Ministre des Travaux publics vient de donner sur l'emploi du *béton armé*, avec commentaire ministériel et rapport au Conseil général des Ponts et Chaussées à l'appui.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Raphaël Bischoffsheim*.

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence du Président de l'Académie, doit comprendre deux Membres pris dans les Sections de Mathématiques, deux Membres pris dans les Sections de Physique et deux Membres pris parmi les Académiciens libres.

MM. **Bouquet de la Grye**, **H. Poincaré**, **A. de Lapparent**, **Bouvier**, **Cailletet** et **Alfred Picard** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie décide qu'elle proposera à M. le Ministre de l'Agriculture de désigner M. **Müntz** pour la place laissée vacante, dans le Conseil supérieur de l'Agriculture, par le décès de M. Dehérain.

PLIS CACHETÉS.

M. **G.-D. Hinrichs** demande l'ouverture d'un pli cacheté accepté dans la séance du 14 décembre 1891 et inscrit sous le n° 4748.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme une Note intitulée : *Sur la composition des éléments chimiques*.

CORRESPONDANCE.

MM. **E. de Larminat**, **Rollet de l'Isle**, **J.-Th. Saconney** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux.

Mme **Beclard** adresse également des remercîments à l'Académie.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points critiques des fonctions inverses.* Note de M. A. **Hurwitz**, présentée par M. Émile Picard.

Pour pouvoir bien préciser le théorème qui fait l'objet de la présente Note et qui contient comme cas spécial le théorème que j'ai communiqué à l'Académie le 3 décembre dernier, il me faut, en premier lieu, fixer le sens que j'attache à la notion de *point critique*. Or la définition que j'adopterai est la suivante : un point z_0 est dit point critique (ou singulier) de la fonction analytique $f(z)$, s'il existe une ligne continue L joignant le point z_0 au centre a d'un élément

$$P(z\,|\,a) = c_0 + c_1(z-a) + c_2(z-a)^2 + \ldots$$

de la fonction telle que $P(z\,|\,a)$ puisse être continuée le long de L jusqu'à chaque point de L, le point z_0 excepté (voir C. Jordan, *Cours d'Analyse*, t. I, nos 336-352).

Si l'on admet cette définition, il faut distinguer, pour les fonctions uniformes, entre l'ensemble Σ de tous les points critiques d'une telle fonction et l'ensemble Σ_1 de tous les points qui forment la frontière du domaine des points réguliers de la fonction. Les deux ensembles se confondent si Σ contient tous les points de son ensemble dérivé Σ'; mais, dans le cas contraire (et ce cas peut bien se présenter), il faut compléter Σ par les points de Σ' pour obtenir l'ensemble Σ_1. (D'après cela, le n° 352, *loc. cit.*, doit subir une légère modification.)

Maintenant, soit $s = f(z)$ une fonction analytique uniforme absolument quelconque.

Désignons par D l'ensemble des points z à distance finie qui sont des points réguliers ou des pôles de $f(z)$ et par σ l'ensemble des points formant la frontière de D. Posons

$$z(\tau) = \varphi(\tau) + i\psi(\tau),$$

$\varphi(\tau)$ et $\psi(\tau)$ étant des fonctions réelles de la variable réelle τ, continues pour $\tau_0 \leqq \tau < \tau_1$ et satisfaisant aux conditions suivantes :

1° Pour $\tau_0 \leqq \tau < \tau_1$ le point $z(\tau)$ appartient au domaine D;

2° Si l'on a $\tau_0 \leqq \tau' < \tau'' < \ldots < \tau^{(n)} < \ldots$ et $\lim\limits_{n=\infty} \tau^{(n)} = \tau_1$, chaque point

limite de l'ensemble formé par les points

$$(\mathrm{P}) \qquad z(\tau'), \quad z(\tau''), \quad \ldots, \quad z(\tau^{(n)})$$

est un point de σ;

3° La valeur limite $\operatorname{Lim}_{\tau=\tau_1} f[z(\tau)] = s_0$ est finie et déterminée.

Pour abréger, je désignerai par le symbole $\operatorname{Lim}_{\sigma} f(z)$ toute valeur S_0 qui peut être obtenue de cette manière. Cela posé, on a le théorème suivant :

Les points critiques à distance finie de la fonction inverse de $s = f(z)$ sont les points

$$s = \operatorname{Lim}_{\sigma} f(z) \qquad \text{et} \qquad s = f(z_\nu),$$

z_ν prenant toutes les valeurs des racines de l'équation $f'(z) = 0$ qui appartiennent au domaine D.

L'application de ce théorème est beaucoup facilitée par la remarque suivante. Supposons que les fonctions $\varphi(\tau)$ et $\psi(\tau)$ satisfassent aux conditions 1° et 2°. Alors on démontre sans difficulté qu'il n'y a que deux cas qui peuvent se présenter : ou tous les ensembles tels que (P) n'ont qu'un seul et même point limite, ou il y a une infinité de points étant des points limites d'ensemble (P) et ces points forment eux-mêmes un ensemble parfait d'un seul tenant.

Il s'ensuit que c'est seulement le premier cas qui peut intervenir pour une fonction $f(z)$ donnée, s'il est impossible de former un ensemble parfait d'un seul tenant dont tous les points font partie de l'ensemble σ. Cette impossibilité se présente en particulier si la fonction $f(z)$ n'a qu'un nombre limité de points singuliers essentiels. Si l'on suppose que la fonction $f(z)$ n'admet que le seul point singulier essentiel $z = \infty$ on revient au théorème de ma dernière Note.

Il est aisé de former des exemples variés pour notre théorème ; je me contente d'en citer un des plus simples. Soit $s = f(z) = ae^z + be^{\frac{1}{z}}$. L'ensemble σ est évidemment formé par les deux points $z = 0$ et $z = \infty$ et l'on voit de suite que le symbole $\operatorname{Lim}_{\sigma} f(z)$ n'a que les deux valeurs a et b. Donc, la fonction inverse admet, à part les points correspondant aux racines de l'équation $ae^z - \frac{b}{z^2}e^{\frac{1}{z}} = 0$, les points critiques $s = a$ et $s = b$ et il n'y en a pas d'autres à distance finie.

En terminant, je remarque, relativement à l'exemple $s = \int_0^z e^{-z^2}dz$ consi-

déré dans ma dernière Note, que l'on peut en effet démontrer (comme je l'ai présumé) que les seuls points critiques de la fonction inverse de cette intégrale sont les points $s = \frac{1}{2}\sqrt{\pi}$, $s = -\frac{1}{2}\sqrt{\pi}$ et $s = \infty$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les points critiques d'une classe de fonctions.* Note de M. **Georges Rémoundos**, présentée par M. Émile Picard.

1. M. A. Hurwitz a récemment publié dans les *Comptes rendus* une Note intéressante *Sur les points critiques des fonctions inverses* (3 décembre 1906). Cette publication m'oblige de hâter celle de quelques résultats que j'avais obtenus, il y a longtemps, dans la même direction que ceux de M. Hurwitz. M. Hurwitz a étudié les points critiques des fonctions obtenues par l'inversion des fonctions méromorphes dans tout le plan; je ferai connaître ici des résultats concernant les points critiques des inverses d'une classe de fonctions plus étendue, en prenant comme point de départ mes extensions aux fonctions multiformes du célèbre théorème de M. Picard et ses généralisations. Considérons d'abord une fonction $u = f(z)$ à ν branches (algébroïde) donnée par l'équation suivante :

$$u^{\nu} + A_1(z)u^{\nu-1} + \ldots + A_{\nu-1}(z)u + A_{\nu}(z) = 0,$$

les $A_i(z)$ désignant des fonctions méromorphes dans tout le plan d'ordre maximum égal à ρ. Nous disons aussi que la fonction multiforme $u = f(z)$ est d'ordre ρ (voir ma Thèse : *Sur les zéros d'une classe de fonctions transcendantes*, Gauthier-Villars, 1906 et *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse*).

Une valeur $u = u_0$ est appelée *exceptionnelle*, si la densité des racines de l'équation

$$u = f(z)$$

est d'ordre inférieur à ρ; nous supposons ici, pour fixer les idées, que les coefficients $A_i(z)$ soient entiers. J'ai obtenu les résultats suivants :

I. *Toute valeur $u = u_0$ exceptionnelle de la fonction $u = f(z)$ est un point critique transcendant de la fonction inverse :* $Z = \Psi(u)$.

Un cas très particulier et facile a été déjà indiqué dans ma Thèse; maintenant je l'ai démontré dans toute sa généralité.

II. *Les déterminations de $Z = \Psi(u)$, qui coïncident au point $u = u_0$, y deviennent infinies, le point u_0 étant supposé exceptionnel.*

Il y a lieu de rapprocher ce théorème avec un énoncé de M. Hurwitz.

2. Nos résultats suggèrent la classification suivante des points critiques des inverses des fonctions algébroïdes $u = f(z)$:

Si ρ' est l'ordre de la densité des déterminations, qui restent distinctes de l'infini en un point $u = u_0$, nous dirons que ce point est d'ordre critique $\rho - \rho'$ de la fonction inverse $Z = \Psi(u)$.

Si $\rho' = \rho$, le point critique sera d'ordre zéro et peut être algébrique ou bien transcendant; si $\rho' \neq \rho$, le point sera toujours *critique transcendant* et son ordre peut varier depuis zéro jusqu'à ρ. Ainsi l'inverse d'une fonction algébroïde d'ordre ρ ne saurait présenter des points critiques d'ordre supérieur à ρ. Conformément à notre définition, les points réguliers de $z = \Psi(u)$ se présentent comme ayant un ordre nul; il en est de même de points critiques algébriques. Cette classification nous permet d'énoncer le théorème suivant, qui est, dans une certaine mesure, la réciproque du théorème I, à savoir :

III. *Tout point critique d'ordre différent de zéro (transcendant) de la fonction inverse $z = \Psi(u)$ est une valeur exceptionnelle de $u = f(z)$.*

L'exclusion des points critiques d'ordre zéro a une cause bien facile à comprendre. Nous en déduisons le corollaire suivant :

Corollaire. — *Le nombre des points critiques d'ordre différent de zéro de la fonction inverse $z = \Psi(u)$ ne saurait jamais dépasser le nombre 2ν, l'infini compris.*

L'ensemble des points critiques d'ordre zéro, que nous excluons ici, devient d'autant plus négligeable que nous utilisons une définition d'ordre de grandeur et de densité de plus en plus précise (par exemple la définition de MM. Lindelöf et Boutroux).

3. Les théorèmes I et II s'étendent à d'autres fonctions plus générales telles que les fonctions $u = \sigma(z)$ et $z = \varphi(u)$, définies par une équation de la forme

$$F(z, u) = \sigma_0(u) + \sigma_1(u) A_1(z) + \sigma_2(u) A_2(z) + \ldots + \sigma_\nu(u) A_\nu(z) = 0,$$

les $\sigma_i(u)$ désignant des fonctions uniformes de u (par exemple entières) et $A_i(z)$ des fonctions entières de z; dans ma thèse, j'ai démontré [1] que la densité des racines de l'équation

$$u_0 = \sigma(z)$$

[1] Voir ma thèse, Chap. I, 2e Partie, p. 20-23.

est, en général, d'ordre égal au plus grand ρ des ordres des fonctions $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$, que j'appelle *ordre de la fonction* $u = \sigma(z)$. Nous admettons la même classification pour les points critiques de l'inverse $z = \varphi(u)$ et nous avons le théorème suivant, qui est la généralisation du théorème III, à savoir :

IV. *Si les coefficients* $A_1(z)$, $A_2(z)$, ..., $A_\nu(z)$ *sont linéairement indépendants (ce que nous pouvons toujours supposer), entre* $\nu + 1$ *points critiques* u_0, u_1, u_2, ..., u_ν *d'ordre différent de zéro, il existe toujours la relation suivante :*

$$\sum(u_0, u_1, \ldots, u_\nu) = \begin{vmatrix} \sigma_0(u_0) & \sigma_0(u_1) & \ldots & \sigma_0(u_\nu) \\ \sigma_1(u_0) & \sigma_1(u_1) & \ldots & \sigma_1(u_\nu) \\ \ldots\ldots & \ldots\ldots & \ldots & \ldots\ldots \\ \sigma_\nu(u_0) & \sigma_\nu(u_1) & \ldots & \sigma_\nu(u_\nu) \end{vmatrix} = 0.$$

Pour nous rendre compte de l'importance de nos résultats, appliquons le théorème III à l'exemple cité par M. Hurwitz dans sa Note citée. M. Hurwitz indique pour l'inverse de la fonction $u = \int_0^z e^{-z^2} dz$ deux valeurs qui peuvent être des points critiques et que l'on pourrait déduire d'ailleurs de notre énoncé II; il exprime ensuite des doutes sur l'existence d'autres points critiques de la fonction inverse.

L'application du théorème III ou plutôt de son corollaire nous conduit à la conclusion que, *s'il y a d'autres points critiques, ils seront d'ordre zéro,* conformément à notre définition.

Nos résultats constituent une contribution d'un intérêt réel à la théorie de la recherche des points critiques des transcendantes multiformes.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les potentiels d'un volume attirant dont la densité satisfait à l'équation de Laplace.* Note de M. **Tommaso Boggio**, présentée par M. Emile Picard.

Dans une Note récente, qui a le même titre que la mienne, insérée dans ces *Comptes rendus* (n° 19, 5 novembre 1906, p. 672), M. Korn a donné des formules intéressantes, relatives aux dérivées de la fonction potentielle d'une sphère, dont la densité satisfait à l'équation de Laplace ; il a

établi ces formules à l'aide de développements en séries de fonctions sphériques.

Je montre dans cette Note que les formules de M. Korn dérivent immédiatement de quelques formules, qui sont un cas particulier d'autres plus générales, que j'ai démontrées, par des procédés très simples (sans recourir aux séries) dans ma Note : *Trasformazione di alcune funzioni potenziali*, parue récemment dans les *Rendiconti del Circolo Matematico di Palermo*, tome XXII, 1906.

1. Désignons par S la sphère de rayon R et ayant son centre à l'origine des coordonnées, par σ la surface sphérique qui la limite, et appelons $V(x, y, z)$ la fonction potentielle de la sphère S, dont la densité est u; alors, si ρ indique le rayon vecteur du point (x, y, z), et si l'on suppose que la densité u soit une somme de produits de puissances paires de ρ par des fonctions qui vérifient l'équation de Laplace, c'est-à-dire que u soit exprimée par la formule

$$u = \sum_{0}^{m-1}{}_k \rho^{2k} F_k \qquad (\Delta_2 F_k = 0),$$

la fonction potentielle V, pour les points de la sphère S, sera donnée par la formule

$$(1) \quad V_i = -\pi \sum_{1}^{m}{}_n \frac{1}{n} \rho^{-\frac{2n-1}{2}} \int_0^\rho \rho^{\frac{2n-1}{2}} F_{n-1}\, d\rho + \pi \sum_{1}^{m}{}_n \frac{1}{n} R^{2n} \rho^{-\frac{1}{2}} \int_0^\rho \rho^{-\frac{1}{2}} F_{n-1}\, d\rho,$$

et, pour les points à l'extérieur de S, on aura

$$(2) \quad V_e = -\pi \sum_{1}^{m}{}_n \frac{1}{n} \rho^{-\frac{2n-1}{2}} \int_0^{\frac{R^2}{\rho}} \rho^{\frac{2n-1}{2}} F_{n-1}\, d\rho + \pi \sum_{1}^{m}{}_n \frac{1}{n} R^{2n} \rho^{-\frac{1}{2}} \int_0^{\frac{R^2}{\rho}} \rho^{-\frac{1}{2}} F_{n-1}\, d\rho.$$

Si l'on considère la fonction potentielle U de la surface sphérique σ, dont la densité est u, et si l'on désigne par F la fonction harmonique dans S et qui sur σ coïncide avec u, on aura respectivement à l'intérieur et à l'extérieur de S :

$$(3) \qquad U_i = 2\pi R \rho^{-\frac{1}{2}} \int_0^\rho \rho^{-\frac{1}{2}} F\, d\rho, \qquad U_e = 2\pi R \rho^{-\frac{1}{2}} \int_0^{\frac{R^2}{\rho}} \rho^{-\frac{1}{2}} F\, d\rho.$$

Ces formules nous donnent les fonctions V et U exprimées au moyen de quadratures.

Si, en particulier, la densité u est une fonction harmonique dans S, que je désignerai par θ, on a, des formules (1)-(3) :

$$(1') \qquad V_i = -\pi\rho^{\frac{1}{2}}\int_0^\rho \rho^{\frac{1}{2}}\theta\,d\rho + \pi R^2\rho^{-\frac{1}{2}}\int_0^\rho \rho^{-\frac{1}{2}}\theta\,d\rho,$$

$$(2') \qquad V_e = -\pi\rho^{\frac{1}{2}}\int_0^{\frac{R^2}{\rho}} \rho^{\frac{1}{2}}\theta\,d\rho + \pi R^2\rho^{-\frac{1}{2}}\int_0^{\frac{R^2}{\rho}} \rho^{-\frac{1}{2}}\theta\,d\rho,$$

$$(3') \qquad U_i = 2\pi R\rho^{-\frac{1}{2}}\int_0^\rho \rho^{-\frac{1}{2}}\theta\,d\rho.$$

2. Les formules précédentes sont très utiles pour les questions relatives à la sphère; dans une Note, j'en ai indiqué plusieurs applications (par exemple une nouvelle solution du problème de Dirichlet pour la sphère), et j'ai dit, en outre, qu'elles donnent sous une forme très commode les dérivées, relatives à la normale, pour les points de la surface sphérique : en effectuant les calculs, on a les formules de M. Korn.

Dérivons donc l'égalité (1'), et nous aurons

$$(4) \quad \frac{dV_i}{d\rho} = -\frac{1}{2}\pi\rho^{-\frac{1}{2}}\int_0^\rho \rho^{\frac{1}{2}}\theta\,d\rho - \frac{1}{2}\pi R^2\rho^{-\frac{3}{2}}\int_0^\rho \rho^{-\frac{1}{2}}\theta\,d\rho - \pi\rho\theta + \pi R^2\rho^{-1}\theta;$$

par conséquent, en désignant par n la normale intérieure à la sphère, on aura, pour les points de σ :

$$-\frac{dV_i}{dn} = -\frac{1}{2}\pi R^{-\frac{1}{2}}\int_0^R \rho^{\frac{1}{2}}\theta\,d\rho - \frac{1}{2}\pi R^{\frac{1}{2}}\int_0^R \rho^{-\frac{1}{2}}\theta\,d\rho,$$

ou bien, ayant égard à (1'), (3'),

$$-\frac{dV_i}{dn} = \frac{1}{2R}V - \frac{1}{2}U;$$

c'est la formule (4) de M. Korn.

En dérivant encore (4) on a

$$\frac{d^2V_i}{d\rho^2} = \frac{1}{4}\pi\rho^{-\frac{3}{2}}\int_0^\rho \rho^{\frac{1}{2}}\theta\,d\rho + \frac{3}{4}\pi R^2\rho^{-\frac{5}{2}}\int_0^\rho \rho^{-\frac{1}{2}}\theta\,d\rho$$
$$- \frac{3}{2}\pi\theta - \frac{3}{2}\pi R^2\rho^{-2}\theta - \pi\rho\frac{d\theta}{d\rho} + \pi R^2\rho^{-1}\frac{d\theta}{d\rho};$$

donc, pour les points de la surface σ,

$$\frac{d^2V_i}{dn^2} = \frac{1}{4}\pi R^{-\frac{3}{2}}\int_0^R \rho^{\frac{1}{2}}\theta\, d\rho + \frac{3}{4}\pi R^{-\frac{1}{2}}\int_0^R \rho^{-\frac{1}{2}}\theta\, d\rho - 3\pi\theta,$$

ou bien, ayant égard à (1′), (3′),

$$\frac{d^2V_i}{dn^2} = -3\pi\theta - \frac{1}{4R^2}V + \frac{1}{2R}U,$$

que l'on peut aussi écrire

$$\frac{d^2V_e}{dn^2} = \pi\theta - \frac{1}{4R^2}V + \frac{1}{2R}U;$$

c'est la formule (5) de M. Korn. Elle peut aussi être déduite en dérivant (2′).

Il s'ensuit évidemment que la fonction

$$f = \theta - \frac{1}{\pi}\frac{d^2V_e}{dn^2}$$

aura à la surface de la sphère *des dérivées premières continues sur toute la surface.*

Ce théorème, dit M. Korn, est assez important pour la théorie de l'élasticité et peut être étendu à des surfaces σ très générales dont la courbure satisfait à certaines conditions de continuité.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur le mouvement des liquides à grande vitesse par conduites très larges.* Note de M. **H. Merczyng**, présentée par M. Maurice Levy.

Le phénomène du mouvement d'un liquide par les tuyaux peut être envisagé de deux façons différentes. Si la conduite présente un capillaire assez long, les lois du mouvement sont très simples, elles sont données par la théorie de M. Poiseuille (*Mémoires des Savants étrangers*, 1846).

Mais, si le tuyau devient large, on établit la liaison entre la pente hydraulique par unité de longueur du tuyau et la vitesse moyenne, par la voie expérimentale. Les travaux de M. Darcy (*Mémoires des Savants étrangers*, 1857) ont fondé nos connaissances sur cette question, pour les vitesses ne surpassant pas 3^m par seconde. Pour ces vitesses, Darcy a établi après ses expériences la formule binomiale.

D'un autre côté Darcy et, d'une façon plus présise, M. Maurice Levy (1867) ont donné des expressions des pentes hydrauliques en fonction du diamètre du tuyau.

Mais, si les vitesses dépassent les valeurs employées dans le Service des eaux (2^m à 3^m) et si les conduites sont très larges ($0^m,4$-$0^m,5$), il n'existe pas de données expérimentales exactes pour les pentes hydrauliques, correspondant aux grandes vitesses. Les expériences de Darcy donnent les pentes pour un tuyau de $0^m,5$, seulement pour une vitesse de $1^m,13$. Si l'on veut donc se servir de la formule de Darcy il faut de l'extrapolation, qui est très douteuse, vu le caractère très complexe du phénomène dans ce cas.

Ayant à ma disposition des pompes centrifuges de quelques centaines de chevaux à vapeur et deux conduites flottantes d'une longueur de 200^m chaque, dont l'une d'un diamètre intérieur de $0^m,5$, l'autre de $0^m,38$, j'entrepris quelques séries de mesures expérimentales des pentes hydrauliques dans ces tuyaux pour les vitesses entre $2^m,8$ et $4^m,5$ par seconde. Les conduites étaient en acier, sans dépôts, composées de tronçons de $7^m,5$ de longueur, sur des flotteurs ; les raccordements étaient d'un même diamètre, flexibles, en cuir. Les vitesses moyennes étaient mesurées par les débits dans un temps donné ; les pentes par les manomètres, contrôlés par les piézomètres. Les conduites étaient alignées en ligne droite et dans un même niveau horizontal.

RÉSULTATS DES MESURES.

Conduite de $0^m,38$.

	Vitesse moyenne.		Pente.	
A......	$3^m,07$	par seconde	0,0380	par unité de longueur
B......	3,52	»	0,0427	»
C......	4,00	»	0,0565	»

Conduite de $0^m,5$.

A......	2,80	par seconde	0,0376	par unité de longueur
B......	3,27	»	0,0387	»
C......	4,36	»	0,0539	»

Les expériences donnent des résultats beaucoup plus élevés que les extrapolations de la formule de Darcy. Par exemple, pour la mesure A du tuyau de $0^m,5$, les Tables de Darcy indiquent seulement une pente de 0,0167, c'est-à-dire plus de deux fois plus petite.

On peut donc conclure que, pour les conduites d'un diamètre surpassant environ $0^m,3$ et pour les vitesses moyennes plus grandes que $2^m,5$-3^m, les

pentes sont plus grandes que les valeurs indiquées par les extrapolations de la formule binomiale de Darcy. Il est très probable que la loi qui lie les pentes à la vitesse n'est plus la formule binomiale, mais une expression exponentielle, beaucoup plus compliquée. En tous cas, nos données expérimentales confirment la théorie de MM. Darcy et Maurice Levy, que la pente augmente avec la diminution du diamètre du tuyau.

Si l'eau se meut à une vitesse de 3^m à 4^m, les matières solides peuvent, par le phénomène hydrodynamique bien connu, rester en suspension dans le tuyau en quantité donnée, et l'on peut les transporter avec l'eau. Pour les vitesses indiquées, l'eau peut transporter jusqu'à 20 pour 100 du sable pur en suspension. Il était aussi très intéressant d'étudier les pentes hydrauliques pour ces mélanges, ce que j'ai fait dans une autre série des mesures, dont les données suivent :

Conduite de $0^m,38$.

	Vitesse moyenne.	Quantité du sable en eau.	Pente.
	m	Pour 100	
A	3,18	12,8	0,0396
B	3,40	15,0	0,0412
C	3,88	11,5	0,0588

Conduite de $0^m,5$.

A	2,87	12,6	0,0410
B	3,20	16,7	0,0412
C	3,47	13,5	0,0435
D	3,60	18,8	0,0460
E	3,86	16,7	0,0587

Ces données établissent que : 1° la pente pour les mélanges est, pour les mêmes vitesses, plus grande que pour l'eau pure, mais dans une mesure très étroite; les mélanges de 12 à 18 pour 100 du sable donnent un accroissement de la pente seulement de 10 à 20 pour 100; 2° la pente pour les mélanges plus riches en sable est plus grande que pour les pauvres. Par exemple, la pente pour la vitesse de $3^m,30$ est plus grande dans le grand tuyau que pour presque la même vitesse ($3^m,18$) dans le petit tuyau, mais la quantité de sable est 16,7 pour 100 au lieu de 12,8 pour 100.

Les données expérimentales que nous avons reproduites peuvent servir comme base pour le calcul du mouvement de l'eau et des mélanges sableux.

AVIATION. — *Sur l'importance de l'épaisseur du bord antérieur de l'aile de l'oiseau dans le vol à voile. Son application aux aéroplanes.* Note [1] de M. E. **Seux**, présentée par M. Deslandres. (Extrait par la Commission d'Aéronautique.)

Dans une de nos précédentes Communications à l'Académie (*Comptes rendus*, 26 mars 1906, p. 772), nous disions que le bord antérieur de l'aile de l'oiseau voilier présentait toujours une épaisseur notable, laquelle, chez certaines espèces, était du $\frac{1}{8}$ de la largeur de cette aile. Nous ajoutions : « Il faut donc croire que cette épaisseur est tout particulièrement favorable au vol à voile. »

Non content de nous inspirer des indications de la nature en opérant des mensurations sur des oiseaux voiliers, pour mieux nous rendre compte de la valeur des théories que nous émettons, nous avons, depuis, construit et expérimenté des petits modèles d'aéroplanes ayant respectivement $1^m,20$, 2^m, $2^m,40$ d'envergure, de forme générale à peu près semblable, mais possédant des bords antérieurs de différentes épaisseurs.

D'après nos essais comparatifs, nous avons reconnu :

1° Que les appareils qui étaient munis d'un bord antérieur d'une certaine épaisseur progressaient plus facilement que ceux à bord plan mince et possédaient un meilleur équilibre longitudinal.

2° Que l'épaisseur du bord antérieur du plan sustentateur était, dans une certaine limite, proportionnelle à l'envergure et également proportionnelle à la largeur moyenne de ce plan.

3° Que le rapport de la largeur du plan à l'envergure pouvait être de 1 à 6, 1 à 8, et même 1 à 10; car il faut bien se pénétrer de cette idée que, seule, la partie antérieure du plan est utile pour la sustentation et que les parties postérieures trop étendues ne font que traîner inutilement sur l'air, augmentant ainsi la résistance à l'avancement; ce qui revient à dire que la valeur sustentatrice d'un plan aéroplane est, dans une certaine mesure, proportionnelle à l'envergure de ce plan, et non à sa largeur. Cela est si vrai que l'on peut impunément supprimer à l'oiseau, quel qu'il soit, un bon tiers du bord postérieur de ses ailes (partie flexible) sans pour cela altérer sensiblement son vol.

Il est à remarquer, d'ailleurs, que les oiseaux à ailes longues et étroites sont ceux qui résistent le mieux aux plus grands vents, tout en conservant une excellente stabilité.

---

(1) Reçue dans la séance du 30 juillet 1906.

La loi à laquelle conduisent ces premières expériences, et que nous dénommerons *loi des épaisseurs à donner aux bords antérieurs des plans aéroplanes*, montre que cette épaisseur ne suit pas une progression constante. Pour des plans de 2^m à 8^m d'envergure, celle-ci augmente dans une proportion de 1^{cm} par mètre d'envergure, ceci en prenant pour base un plan type de 1^m d'envergure sur $0^m,20$ de largeur moyenne, lequel posséderait un bord antérieur d'une épaisseur de $0^m,03$ à sa partie centrale.

Elle semble rester stationnaire et même doit diminuer ensuite pour des plans de 10^m à 12^m d'envergure, dont les bords antérieurs, pour obtenir un effet utile, peuvent mesurer de 12^{cm} à 15^{cm} d'épaisseur maxima, soit le dixième environ de la largeur du plan, en supposant celle-ci de $1^m,30$ à $1^m,50$. (A noter que, dans l'état actuel de nos connaissances sur la construction pratique des aéroplanes, et en raison de la résistance des matériaux, l'envergure de 12^m ne pourra guère être dépassée.)

ÉLECTRICITÉ. — *Nouvel appareil de télémécanique sans fil.* Note [1] de M. G. Gabet, présentée par M. L. Cailletet.

Les appareils de télémécanique actuels se composent en principe d'un axe portant des contacts décalés les uns par rapport aux autres et correspondant chacun à une *commande* déterminée. Cet axe est animé d'un mouvement de rotation relativement lent (environ un tour par minute), de sorte qu'il faut *attendre*, pour lancer la *commande*, que le contact correspondant soit en face du balai d'arrivée du courant.

Nous avons combiné un appareil qui permet *directement* et pour ainsi dire *instantanément* la sélection du phénomène dont l'opérateur désire amener le déclanchement.

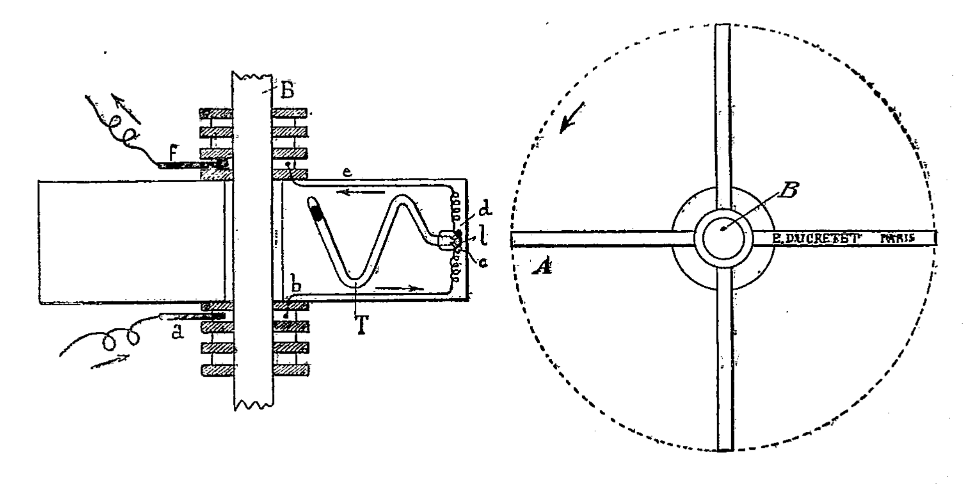
De plus, un principe électromécanique nouveau, que nous appellerons *principe du retard au contact*, permet un contrôle *a priori* des commandes perçues, en même temps qu'il donne à l'opérateur la faculté *d'annuler avant qu'elle n'ait reçu un commencement d'exécution toute commande étrangère perturbatrice*.

Ce dernier point présente une importance capitale pour la télémécanique au moyen des ondes hertziennes. Il devient possible, avec notre appareil, de se contenter des syntonies approchées réalisées à l'heure actuelle.

---

(1) Présentée dans la séance du 7 janvier 1907.

L'appareil se compose d'une seule roue A, mobile sur un axe horizontal B et portant des palettes *en nombre quelconque* correspondant chacune à une commande spéciale. Cette roue, sollicitée par un cliquet commandé par le circuit du relais, progresse d'une palette à chaque émission du poste transmetteur. De sorte que l'opérateur peut amener la palette correspondant à la commande qu'il veut faire exécuter dans une position spéciale que nous appelons *position de contact* (définie plus loin) en émettant simplement des trains d'ondes brefs correspondant aux brèves de l'alphabet Morse.



Voici comment la palette choisie peut être amenée en *position de contact* sans que les palettes intermédiaires n'amènent chacune un commencement de commande par leur passage en cette même position : chaque palette porte un tube sinueux en verre T dans lequel on a fait le vide après y avoir introduit une goutte de mercure. Sur toutes les palettes situées *au-dessus* du plan horizontal les gouttes de mercure, sollicitées par la pesanteur, sont dans l'extrémité du tube la plus près de l'axe de la roue à palettes. C'est le contraire pour les tubes situés *au-dessous* du plan horizontal qui ont leurs gouttes de mercure à l'extrémité périphérique.

Il est, en particulier, *une position* pour chaque palette où la goutte de mercure qu'elle porte quitte le centre pour se diriger vers la périphérie : c'est la *position de contact;* celle où la palette *vient de franchir* le plan horizontal.

Or, chaque extrémité périphérique des tubes porte un logement d'ébonite (l) où les gouttes de mercure viennent fermer le circuit d'une commande spéciale en faisant *pont* entre deux électrodes noyées dans l'isolant et séparées par un intervalle de quelques millimètres. Lorsqu'une palette arrive en *position de contact,* sa goutte de mercure n'atteint pas de suite son logement (l), mais avec un *retard* éminemment réglable, puisqu'il est fonction de la pente et des sinuosités du tube; et c'est précisément ce *retard au contact* qui permet la sélection de la palette, car il est toujours possible à l'opérateur de lancer des trains d'onde *assez rapprochés* pour que les

gouttes *n'aient pas le temps* d'atteindre leur logement durant l'instant où la palette est en position de contact.

Lorsque le mercure atteint en effet son logement *après* cette position, le circuit est coupé par le décalage de la bague collectrice.

a, *b*, *c*, *d*, *e*, *f* indiquent dans le schéma le circuit de la palette n° 1, par exemple.

Ce même principe du *retard au contact* permet le contrôle *à priori* des commandes et donne le moyen *d'annuler* les effets perturbateurs.

Un signal de contrôle prévient en effet l'opérateur au moment *précis* où chaque palette arrive en *position de contact*. En télémécanique sans fil, ce signal peut être soit un *répétiteur* envoyant une onde hertzienne syntonisée, soit un signal lumineux, par exemple, visible pour l'opérateur. La vitesse de propagation des ondes électriques ou lumineuses étant sensiblement instantanée pour les distances pratiques d'application, il s'ensuit que l'opérateur est prévenu *à l'avance* que telle ou telle commande *va s'effectuer*.

S'il désire *annuler* la commande ainsi annoncée, il n'a qu'à envoyer avec son appareil syntonisé un train d'onde supplémentaire qui fait progresser la roue d'une palette avant que la goutte de mercure n'ait eu le temps d'atteindre son logement.

Les trains d'ondes étrangers, au contraire, n'étant pas syntonisés, mettent un temps (t) appréciable pour charger le cohéreur; on sait, en effet, que cette charge est égale au produit CVt; C étant la capacité, V le potentiel et t le temps exprimé en secondes. C et V étant faibles par suite du manque de syntonie, le facteur t augmente et atteint toujours en pratique une valeur supérieure à la durée du retard au contact.

Nous tenons à adresser nos remercîments à l'excellent constructeur M. E. Ducretet, ainsi qu'à son ingénieur M. Roger, spécialement chargé de cette étude.

Notre dispositif étant conçu en vue du problème particulièrement délicat de la télémécanique sans fil est, *a fortiori*, propre à résoudre les problèmes de télémécanique avec fil (industrie, signaux de chemins de fer, etc.), de jour en jour plus nombreux.

Il permettra d'effectuer avec *un seul fil de ligne* les opérations demandant à l'heure actuelle jusqu'à 10 et 15 conducteurs différents.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur le calcul exact des poids moléculaires des gaz.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

J'ai montré, il y a quelques années (*Comptes rendus*, mars, avril, mai 1898 et *Journ. de Phys.*, t. VIII, 1899, p. 263), que l'on obtient les poids moléculaires exacts des gaz en substituant, aux *densités normales* mesurées sous la pression atmosphérique, les *densités limites* déduites des précédentes, en les multipliant par le facteur $(1 - A_0^1)$, qui représente l'écart de la compressibilité du gaz par rapport à celle d'un gaz parfait entre 0^{atm} et 1^{atm}. J'ai

indiqué deux modes de calcul de ce facteur, sur lesquels je crois utile de revenir à la suite de Notes publiées ici depuis trois ans, où ils ne paraissent pas avoir été entièrement saisis.

Le *mode de calcul direct de* A_0^1 *d'après la compressibilité* n'exige qu'*une seule* donnée expérimentale, à savoir le rapport des valeurs du produit pv sous deux pressions voisines, de l'ordre de la pression atmosphérique, par exemple 1^{atm} et 2^{atm}, ce qui donne immédiatement A_2^1. On a alors (*Journ. de Phys.*, *loc. cit.*, p. 266), en désignant par ε une quantité très petite par rapport à l'unité,

$$A_2^1 = \frac{\varepsilon}{(1-2\varepsilon)(1-3\varepsilon)}, \qquad A_0^1 = \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}, \qquad \text{d'où} \qquad A_0^1 = \frac{A_2^1}{1+4A_2^1},$$

formule applicable avec une précision très supérieure à celle des expériences aussi bien aux gaz liquéfiables qu'aux gaz permanents.

Le *mode de calcul indirect de* A_0^1 *d'après les constantes critiques* (¹) découle immédiatement du fait (*loc. cit.*) que la quantité ε est égale à la différence $(a - b)$ de la constante d'attraction moléculaire a et du covolume b (constantes de Van der Waals).

J'ai fait voir en 1898 que les valeurs de a et b, indiquées par l'équation de Van der Waals en fonction de p_c et T_c, ne concordent pas avec l'expérience au voisinage de la pression atmosphérique; mais j'ai indiqué, dans un Mémoire *Sur les thermomètres à gaz*, publié en novembre 1902 dans les *Travaux du Bureau International des Poids et Mesures*, une équation caractéristique nouvelle, applicable dans ce cas, et qui, pour 0°, donne

$$a = \frac{1}{273,1}\,\frac{27}{64}\,R^2\,\frac{T_c^3}{p_c} = 0,00000020712\,\frac{T_c^3}{p_c}, \quad b = \frac{9}{128}\,\frac{RT_c}{p_c} = 0,00025746\,\frac{T_c}{p_c},$$

l'unité de pression étant l'atmosphère, l'unité de volume le volume d'une molécule-gramme de gaz parfait à 0° et 1^{atm}.

J'ai montré que ces valeurs permettent de retrouver exactement, au moyen de formules où a et b figurent, soit seuls, soit simultanément, tous les écarts élastiques, thermométriques, calorimétriques des gaz réels par rapport aux gaz parfaits au voisinage de la pression atmosphérique, tels qu'ils ont été mesurés par les plus récents observateurs (MM. Chappuis,

(¹) Ou plus généralement, comme je l'ai indiqué, d'après les coordonnées d'un point remarquable quelconque du réseau, tel que le sommet de la parabole d'Amagat, le point d'inversion de l'effet Joule-Kelvin, etc. (*Cf.* mon Mémoire : *Sur l'équation caractéristique,* dans le Livre jubilaire du Pr Lorentz, 1900.)

Joule et lord Kelvin, lord Rayleigh, Leduc et Sacerdote, D. Berthelot, etc.). La discussion des écarts aux lois de Mariotte et d'Avogadro, objet de la présente Note, occupe plus de vingt pages du Mémoire *Sur les thermomètres à gaz*. Le Tableau suivant permet de juger de la concordance obtenue.

Les données du *calcul direct* sont tirées de mes Notes de 1898 et 1899; celles du *calcul indirect,* de mon Mémoire de 1902. Je rappelle que *d* désigne la densité normale (0°, 760^{mm}) du gaz *par rapport à l'oxygène;* M le poids moléculaire; que les valeurs de A_2^1 sont celles de l'excellente série de MM. Leduc et Sacerdote, et que l'on a : $M = 32(1 - A_0^1)\,d : (1 - A_0'^1)$; A_0^1 se rapportant au gaz considéré et $A_0'^1$ à l'oxygène.

			Calcul direct.			Calcul indirect.			
	d.	Obs.	A_2^1.	A_0^1.	M.	t_c.	p_c.	A_0^1.	M.
						°	atm		
H^2....	0,062892	Morley	−0,00064	−0,00064	2,0154	−240	13	−0,00060	2,0152
Az^2....	0,87508	Leduc, Rayleigh	+0,00038	+0,00038	28,013	−146	33,6	+0,00029	28,015
CO....	0,87495	Id.	0,00046	0,00046	28,007	−139,5	35,5	0,00042	28,007
O^2....	1	»	0,00076	0,00076	**32** (base)	−118	50,0	0,00074	**32**
AzO...	0,93770	Gray	0,00106	0,00106	29,997	− 93,5	71,2	0,00103	29,998
CO^2...	1,38335	Rayleigh	0,00692	0,00674	44,0025	+ 31,3	72,9	0,00698	43,991
Az^2O..	1,38442	Leduc	0,00783	0,00759	43,999	+ 36,0	71,9	0,00745	44,004
HCl...	1,14836	Leduc	0,00813	0,00787	36,486	+ 52,2	83	0,00764	36,494

D'où les poids atomiques

		Az			C		
	H.	d'après Az^2.	d'après AzO.	d'après Az^2O.	d'après CO.	d'après CO^2.	Cl.
Calcul direct.......	1,0077	14,007	13,997	13,9995	12,007	12,0025	35,479
Calcul indirect.....	1,0076	14,008	13,998	14,002	12,007	11,991	35,486

Au point de vue théorique, il va de soi que les deux modes de calcul, direct et indirect, reposent sur le même fondement, à savoir la notion des *densités limites* qui, introduite dans la Science par Regnault en 1842, par voie expérimentale, indépendamment de toute équation caractéristique, a été appliquée pour la première fois par moi à la détermination exacte des poids atomiques.

Au point de vue pratique, le calcul direct, qui s'appuie sur la mesure d'un seul coefficient obtenu entre 2^{atm} et 1^{atm} (ou bien encore entre 1^{atm} et 0^{atm},5) auquel on fait subir une faible correction pour l'extrapoler entre 1^{atm} et 0^{atm}, est plus précis que le calcul indirect qui utilise une formule complexe, où figurent deux constantes souvent mal déterminées

expérimentalement. Et surtout, il est le seul rigoureux, car tout calcul par les constantes critiques offre les mêmes incertitudes que la loi des états correspondants (1) qui, comme l'ont fait voir MM. Mathias, S. Young et de nombreux physiciens, n'est qu'approchée et présente des écarts notables surtout au voisinage de la saturation et pour l'état liquide.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un sulfate de chrome dont l'acide est totalement dissimulé et sur l'équilibre des dissolutions chromiques.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

L'action du gaz sulfureux sur l'anhydride chromique dissous m'a donné un sel vert dont la formule est $Cr^2(SO^4)^3$ d'après l'analyse et la cryoscopie, et dans lequel les trois radicaux SO^4 sont dissimulés à $\frac{1}{8}$ près (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 402). Il est possible d'isoler à l'état solide un sel vert dont les trois radicaux sont totalement dissimulés et de montrer son identité avec le sel précédent longuement desséché dans le vide.

Pour obtenir ces résultats, j'ai dissous dans l'eau les écailles vertes, cassantes, que l'on vend sous le nom de sulfate de chrome et qui semblent provenir de l'évaporation d'une dissolution d'oxyde chromique dans l'acide sulfurique. Généralement il convient d'ajouter un peu d'acide pour donner à la dissolution la composition du sulfate $Cr^2(SO^4)^3$.

Cette dissolution, *après avoir été exposée plusieurs mois à la lumière solaire*, a été soumise à l'évaporation spontanée dans un cristallisoir; puis, par l'alcool à 75 pour 100, le sel violet insoluble a été séparé des sels verts solubles. Pour être certain de l'élimination totale du sulfate violet, j'ai additionné la liqueur d'une notable proportion d'alcool absolu qui provoque le dépôt d'une huile épaisse. Décantée, cette huile se concrète en cristaux verts, confus, répondant à la composition $O.Cr^4(SO^4)^5 + 18H^2O$.

Quant à la dissolution très alcoolisée qui surnageait l'huile, je l'ai soumise à l'évaporation dans le vide, et j'ai abandonné pendant un mois dans le vide sec le solide qui s'était déposé. Ce sel se présente alors en feuillets verts, transparents, cassants, hygro-

---

(1) Ainsi la compressibilité de CO^2, mesurée directement par M. Chappuis à la température de $-17°,5$ qui *correspond* exactement à la température 0° pour HCl, et qui (exprimée en coordonnées réduites) devrait être égale à la compressibilité de ce corps d'après la loi des états correspondants, est inférieure de 6 pour 100. Il est donc impossible qu'une formule unique les représente à la fois toutes deux. Le Tableau précédent montre que ma formule donne pour ce cas une valeur moyenne, en excès de 3 pour 100 environ pour CO^2 et en défaut de 3 pour 100 pour HCl.

métriques, insolubles dans l'alcool ordinaire, mais lentement solubles dans l'alcool à 70 pour 100. Il répond à la formule $Cr^2(SO^4)^3 + 6H^2O$, différente de celle du sulfate vert *préparé à chaud* par M. Recoura.

Sa dissolution dans dix fois son poids d'eau dégage $34^{Cal},75$, soit 13900^{cal} par molécule saline.

De plus, si, dans une portion capable de réagir sur 200^{cm^3} de $BaCl^2$ (à $\frac{1}{2}$ équiv. par litre), on ajoute 20^{cm^3} de ce réactif, la liqueur se trouble lentement, et la quantité de chaleur correspondant à cette action ($1^{Cal},48$) n'est pas le quart de celle qui résulterait de l'action de ces 20^{cm^3} de $BaCl^2$ sur un excès de sulfate violet. Comme une seconde addition de $BaCl^2$ est sans effet thermique, c'est que le sel vert dissous ne contient pas $\frac{1}{40}$ d'acide sensible au chlorure de baryum. En un mot la presque totalité de l'acide combiné est dissimulée dans les dissolutions très récentes de ce sel desséché.

Ce sulfate chromique paraît identique à celui que j'ai obtenu par la méthode citée au début de cette Note; car, d'une part, les deux sels desséchés dans le vide sec ont même composition $Cr^2(SO^4)^3 + 6H^2O$; d'autre part, l'action de la potasse sur l'un et l'autre sulfate est à peu près identique : il y a décomposition totale à froid avec dégagement d'environ 61000^{cal} par molécule chromique dans les deux cas; enfin, les deux dissolutions se modifient rapidement à froid. En moins de trois jours, dans l'une et l'autre molécule de sulfate dissous, le tiers de l'acide devient précipitable par les sels de baryte. Je rappelle que j'ai représenté le sel ainsi modifié par la formule $Cr^2(SO^4)^2(OH)(SO^4H)$, qui implique la fixation d'une molécule d'eau sur le sel violet transformé en sel vert.

Équilibres. — Il résulte de ces expériences qu'une dissolution froide de sulfate chromique en équilibre ne contient pas uniquement *un* sel violet et *un* sel vert. Elle renferme *des* sels verts différents, savoir : les deux composés ci-dessus, auxquels il faut joindre le sulfate $Cr^2SO^4(OH)^2(SO^4H)^2$ qui lui-même se transforme peu à peu en sel violet. Si bien qu'à la longue l'équilibre s'établit entre ces quatre sels. C'est ainsi que, dans une solution vieille de dix-huit mois, qui de verte était devenue bleue, j'ai séparé par l'alcool étendu environ 60 pour 100 de sulfate violet exempt d'acide dissimulé et 40 pour 100 de sulfates verts où l'acide dissimulé domine dans la proportion de $\frac{5}{2}$.

Il s'agit ici de dissolutions froides dont la température n'a jamais dépassé 30°. L'équilibre en dissolutions chaudes est tout différent, puisque l'intervention de la chaleur provoque la mise en liberté d'acide libre avec condensation du sel chromique, d'après les expériences de M. Recoura et

les miennes. Même l'alun de chrome en solution bouillante met en liberté SO^4H^2 et engendre un sel condensé de forme $Cr^4O(SO^4)^5$; de sorte que la liqueur devenue verte ne renferme plus d'alun de chrome; ce n'est qu'à froid et à la longue que l'alun se reforme au sein des sels verts.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Teinture et ionisation*. Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. H. Moissan.

Dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, 15 octobre 1906), j'ai montré que les textiles d'origine animale (soie et laine), plongés dans des solutions aqueuses d'acide sulfurique ou de baryte caustique au $\frac{1}{100}$ et au $\frac{1}{1000}$, diminuaient, au bout d'une heure de contact à la température ordinaire, la teneur en acide ou base de ces solutions. L'acide ou la base se partagent entre les textiles et l'eau. La quantité d'acide ou de base *fixée* par le textile est d'autant plus grande, par rapport à la quantité retenue par l'eau, que la solution aqueuse initiale, acide ou basique, est plus étendue.

J'ai déduit de là que l'activité chimique de ces textiles était liée à la dilution et, par suite, à la dissociation électrolytique des solutions employées, et que cette ionisation expliquait l'épuisement de certains bains de teinture par les textiles.

Pour soumettre cette déduction à un contrôle expérimental, j'ai déterminé la conductibilité électrique de plusieurs solutions d'acide sulfurique et de matières colorantes, employées aux dilutions usitées dans la préparation des bains de teinture directe.

Ces déterminations ont été faites à diverses températures en employant deux dispositifs.

1° Une capsule de porcelaine de $1^l,5$ de capacité, contenant 1^l de solution. Dans cette solution plongeaient deux électrodes en platine, fixées à des distances invariables. L'appareil a été étalonné avec une solution aqueuse d'acide sulfurique au $\frac{1}{20408}$, ayant, d'après Kohlrausch, une résistance spécifique 2770, et donnant aux mesures avec l'appareil une résistance 519.

J'ai déduit de là une constante permettant de passer des mesures obtenues avec l'appareil aux résistances spécifiques des solutions expérimentées.

2° Un appareil Ferrié-Carpentier qui a été étalonné de la même façon.

Voici les résultats :

CONDUCTIBILITÉS MOLÉCULAIRES.

a. Acide sulfurique.

Volume moléculaire en litres.	Température.		
	18°.	40°.	70°-90°.
4900	739	»	»
4000	734-736	986	1018
2000	722	920	1035
1102	702-705	938	1035
545	632-639	923	1024

b. Roccelline.

$$\left[C^{10}H^{4}_{(\alpha)}\begin{matrix}\diagup SO^{3}Na \\ \diagdown N^{2}-C^{10}H^{6}.ONa(\beta)\end{matrix}\right].$$

Volume moléculaire en litres.	Température.			
	18°.	40°.	70°.	90°.
64000	128	150	207	233,6
32000	102-115	137	198	234
16000	76-88	110	166	208
8000	62-74	»	»	»

c. Orangé II.

$$\left[C^{6}H^{4(4)}_{(1)}\begin{matrix}\diagup SO^{3}Na \\ \diagdown N^{2}-C^{10}H^{6}.ONa(\beta)\end{matrix}\right].$$

Volume moléculaire en litres.	Température.			
	18°.	40°.	70°.	90°.
56000	223	»	»	»
28000	207-218	263	285	416
14000	189-195	243	277	408

d. Fuchsine $[C.(C^{6}H^{4}.NH^{2})(C^{6}H^{3}.CH^{3}.NH^{2})(C^{6}H^{4}.NH.HCl)]$.

Volume moléculaire en litres.	Température			
	18°.	40°.	70°.	90°.
24160	67,6-72	80	106	241
12080	66 -68	78	101	226
6040	62 -65	»	»	»

e. Acide picrique [$C^6H^2(NO^2)^3OH$].

Volume moléculaire en litres.	Température. 18°.	90°.
18320	368	733
9160	370	774
4580	368	»

Les résultats de ces déterminations montrent l'influence de la dissociation électrolytique dans la teinture directe en un bain.

L'ionisation des matières colorantes est fortement accrue par la dilution (sauf pour l'acide picrique), mais *surtout* par l'élévation de la température. Or, ces conditions se trouvent remplies dans les opérations de teinture, qui s'effectuent d'ordinaire en solutions très diluées et à des températures plus ou moins voisines de 100°.

En outre, si l'on tient compte du fait que les textiles ont des propriétés basiques ou acides, que toutes les matières colorantes sont des acides, des bases ou des sels, c'est-à-dire des électrolytes, et que, d'autre part, l'eau, milieu dans lequel s'effectue la teinture, a un grand pouvoir de dissociation électrolytique, on voit l'influence de l'ionisation des matières colorantes dans la teinture des textiles.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du chlorure de silicium sur le chrome.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. H. Moissan.

Antérieurement [1] nous avons fait connaître les résultats obtenus dans l'action du chlorure de silicium respectivement sur le fer, le nickel, le cobalt. Cette nouvelle étude a été effectuée suivant le même mode opératoire.

Le métal pur que nous utilisons est le résultat d'une réduction aluminothermique d'oxyde de chrome; nous partons de 60g finement pulvérisés à l'aide du mortier d'abich, et nous les introduisons, avec la nacelle en por-

---

(1) E. Vigouroux, *Action du chlorure de silicium sur le fer* (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 828). — *Action du chlorure de silicium sur le cobalt* (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 635). — *Action du chlorure de silicium sur le nickel* (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1270).

celaine qui les contient, dans un tube de même nature chauffé et parcouru par un courant de vapeur de chlorure de silicium.

Première action. — L'attaque commence vers le rouge, elle augmente d'intensité avec la température du four et, vers le rouge vif, on voit s'échapper de la nacelle des fumées grisâtres de chlorure chromeux qui viennent se déposer, en grande partie, dans le col du récipient condenseur qui fait suite au tube en porcelaine. Au bout de 3 heures de marche et après refroidissement, on trouve dans la nacelle une masse métallique, peu ou pas altérée dans sa couche inférieure, mais ayant subi une attaque bien marquée dans sa partie supérieure et empâtée de chlorure chromeux fondu. Son poids brut n'est plus que de 40^g.

Deuxième action. — Ces 40^g sont soumis tels quels à un second traitement, après avoir été retournés sens dessus dessous, de façon à présenter leur couche inférieure à l'action des vapeurs de chlorure de silicium. L'attaque reprend d'une façon énergique et, le four étant porté à sa température maxima, on constate encore un fort dégagement de fumées. Après cette seconde opération, on tombe sur une substance métallique brillante, d'aspect tout différent du métal-chrome, s'écrasant assez facilement; elle se trouve encore imprégnée d'un peu de chlorure chromeux et ne pèse plus que 19^g environ.

Troisième action. — La substance est placée dans une nacelle plus petite et soumise, une troisième fois, à l'action du chlorure de silicium, afin d'en réaliser la fusion, si possible. Durée de l'opération : 4 heures environ. On ne perçoit plus le dégagement de fumées, d'une façon appréciable, comme dans les deux opérations précédentes, bien que le four soit maintenu longtemps à sa température maxima, c'est-à-dire vers 1200°. Après refroidissement, on retire de la nacelle une masse non fondue mais simplement agglomérée, s'effritant très facilement sous le pilon par simple pression de la main, en donnant des grains cristallins, d'aspect grisâtre, ne pesant plus que 15^g. Le peu de chlorure chromeux qui les souillait était entraîné par l'eau.

Analyse. — Attaque par les carbonates alcalins en fusion, additionnés d'un peu d'azotate de potassium vers la fin de l'opération; projection de la masse dans l'acide chlorhydrique étendu, insolubilisation de la silice; reprise à l'ébullition par l'acide chlorhydrique étendu, en présence d'un peu d'alcool qui garantit la transformation intégrale du chrome en chlorure chromique dont on précipite l'hydrate à l'aide de l'ammoniaque. Ce mode amène le résultat I. Comme le sesquioxyde de chrome calciné n'était pas absolument pur, après insolubilisation, le résidu d'un second et d'un troisième essai a été évaporé plusieurs fois en présence de l'acide azotique, puis encore traité par ce dernier que l'on additionnait de lamelles de chlorate de potassium. Après filtration, on formait une liqueur renfermant, avec le chromate alcalin, le fer et l'aluminium. Après leur précipitation par l'ammoniaque, le chrome était dosé à l'état de chromate mercureux. Les

résidus de silice d'une part, de fer et d'alumine d'autre part, étaient vérifiés à l'aide de l'acide fluorhydrique. De cette façon s'obtenaient les résultats II et III.

Résultats :

	Calculé pour Cr^3Si^2.	I.	II.	III.
Chrome pour 100	73,62	75,97	73,38	74,07
Silicium	26,38	24,15	25,46	25,10
Fer	»	»	0,80	0,78
	100,00	100,12	99,54	99,95

En résumé, le chlorure de silicium agissant sur le chrome métallique, à une température voisine de 1200°, attaque ce dernier en le transformant en Cr^3Si^2.

Ce siliciure a déjà été obtenu cristallisé par MM. P. Lebeau et Figueras [1].

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau siliciure de manganèse décrit par M. Gin.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. H. Moissan.

Dans le compte rendu de la séance de l'Académie des Sciences dn 31 décembre 1906 se trouve une Note de M. Gin sur un nouveau siliciure de manganèse obtenu par la réduction de la rhodonite au four électrique.

Ce produit contient plus de 5 pour 100 d'impuretés consistant en fer, aluminium, carbone, soufre et phosphore. Il est difficile, dans un milieu aussi complexe, d'établir, sans une analyse immédiate minutieuse, comment se trouve réparti le silicium dans ses combinaisons avec les autres éléments et, par suite, de conclure à l'existence d'un composé défini nouveau.

Le siliciure de manganèse $SiMn^2$ cristallise, comme le siliciure de M. Gin, en beaux prismes très brillants, d'apparence quadratique. Dans les recherches méthodiques que nous avons poursuivies sur les composés définis formés par le silicium et le manganèse, nous n'avons pas rencontré de combinaison ayant une composition permettant de lui assigner une

[1] P. Lebeau et Figueras, *Sur les siliciures de chrome* (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 1329).

formule intermédiaire entre $SiMn^2$ et $SiMn$. Nous croyons donc pouvoir affirmer que l'analyse et les propriétés du siliciure décrit par M. Gin ne suffisent pas pour en faire une espèce chimique nouvelle, mais qu'il se trouve plutôt en présence du siliciure $SiMn^2$ impur. Ce composé, découvert par M. Vigouroux (1), a été reproduit, en outre, par nous (2) dans le cours de nos travaux sur les siliciures des métaux de la famille du fer.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Appareil continu pour la préparation de l'oxygène pur utilisable dans l'analyse organique.* Note de MM. **A. Seyewetz** et **Poizat**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons cherché à réaliser un procédé de préparation simple et continu de l'oxygène pur pouvant fournir ce gaz sous une pression suffisamment constante pour dispenser de l'emploi du gazomètre.

Dans ce but, nous avons repris l'étude de la réaction du permanganate de potassium sur l'eau oxygénée, signalée déjà par Gahring (3) pour préparer l'oxygène, et employée couramment comme on le sait pour le titrage de l'eau oxygénée.

Nous avons opéré en solution acide, neutre et alcaline, et c'est en milieu acide que nous avons obtenu les meilleurs résultats.

En liqueur neutre, ainsi qu'en liqueur alcaline, il se dépose un oxyde de manganèse, et, pour une même quantité d'eau oxygénée, il se dégage beaucoup moins d'oxygène : 100^{cm^3} d'une solution d'eau oxygénée qui, en solution acide, fournit 1800^{cm^3} d'oxygène, n'en donne que 1000^{cm^3} environ en solution neutre.

En solution acide, les résultats sont excellents, soit qu'on fasse tomber l'eau oxygénée dans le permanganate, soit qu'on opère de la façon inverse. Mais, quel que soit le mode adopté, il est indispensable que la solution qui tombe dans l'autre soit la plus dense; sans quoi les deux liquides ne se mélangent pas et réagissent mal. Cette condition sera toujours remplie *si l'acide nécessaire à la réaction est mélangé à la solution qui s'écoule dans l'autre.*

Nous avons adopté l'appareil utilisant la chute du permanganate dans l'eau oxygénée, à cause de sa plus grande simplicité.

Notre appareil se compose d'un flacon (dans lequel on place l'eau oxygénée) d'une contenance à peu près double de celle du volume de l'eau oxygénée employée, ce flacon est muni d'un bouchon percé de trois trous. Dans l'un de ces trous est adapté un

(1) Vigouroux, *Comptes rendus,* t. CXXI, 1895, p. 771.

(2) Lebeau, *Annales de Chimie et de Physique,* 8e série, t. I, 1904, p. 553.

(3) *Chemiker Zeitung,* 1889.

entonnoir à robinet destiné à faire écouler le permanganate, le deuxième trou est traversé par la grande branche d'un siphon plongeant jusqu'au fond du flacon permettant de vidanger l'appareil et le troisième porte le tube à dégagement de l'oxygène. La branche du siphon qui plonge dans l'intérieur du flacon est coudée de façon que la solution de permanganate qui s'écoule de l'entonnoir à robinet tombe sur cette branche au lieu de tomber goutte à goutte dans l'eau oxygénée. On obtient ainsi un dégagement d'oxygène plus régulier, car le permanganate s'étale à la surface de l'eau oxygénée, ce qui empêche l'oxygène de se dégager par saccades.

Les quantités de réactifs qui nous ont paru les meilleures sont les suivantes :

Dans le tube à entonnoir.

Permanganate de potassium........	25^g
Eau............................	500^{cm^3}
Acide sulfurique concentré.........	50^{cm^3}

Dans le flacon.

Eau oxygénée à 10 volumes.........	500^{cm^3}

On obtient ainsi 10 litres d'oxygène environ pour 500^{cm^3} d'eau oxygénée à 10 volumes.

Lorsque toute l'eau oxygénée est décomposée, il suffit d'ouvrir la pince du siphon, ce qui vide l'appareil, puis on introduit une nouvelle quantité d'eau oxygénée par le même siphon, dont on raccourcit la grande branche extérieure en supprimant la partie mobile fixée à l'autre par un raccord en caoutchouc. On amorce le siphon en aspirant par le tube à entonnoir.

L'oxygène fourni par ce procédé ne renferme comme impuretés que des traces de chlore et d'ozone. Le chlore provient de l'acide chlorhydrique libre contenu dans l'eau oxygénée ou mis en liberté par l'action de l'acide sulfurique sur les chlorures. On l'élimine totalement par un passage dans un laveur à potasse.

Cet appareil nous a donné d'excellents résultats pour la production de l'oxygène dans les combustions organiques. En raison de la grande régularité du dégagement d'oxygène qui peut être réglé à une vitesse quelconque, il dispense de l'emploi d'un gazomètre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude d'un cas d'isomérie parmi les combinaisons oxoniennes de Grignard et Bæyer.* Note de M. **W. Tschelinzeff**, présentée par M. A. Haller.

En regardant les complexes formés par l'éther et les composés organomagnésiens comme des combinaisons oxoniennes, on peut attribuer à ces corps deux structures différentes, dont l'une, $\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>\!O\!<\!\!\begin{matrix}X\\MgR\end{matrix}$, est proposée par Bæyer (¹) et l'autre, $\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>\!O\!<\!\!\begin{matrix}R\\MgX\end{matrix}$, par Grignard (²). Si l'on excepte l'action des éthérates organomagnésiens sur l'oxyde de méthyle, qui peut recevoir diverses interprétations, nous constatons que tous les autres faits militent en faveur de la première et contre la seconde. Telles sont, par exemple, les analogies que présentent ces combinaisons avec les composés ammoniacaux et les complexes formés par l'action des éthers sur les acides halogénés, ainsi que leur activité toute spéciale sur différentes combinaisons du carboxyle avec le même radical qui se trouve dans l'iodure.

L'interprétation de Bæyer permet de prévoir des isomères intéressants, au point de vue théorique et caractérisés par les structures suivantes :

$$\begin{matrix}R\\R\end{matrix}\!\!>\!O\!<\!\!\begin{matrix}X\\MgR'\end{matrix} \quad \text{et} \quad \begin{matrix}R'\\R'\end{matrix}\!\!>\!O\!<\!\!\begin{matrix}X\\MgR\end{matrix};$$

selon les configurations proposées par Grignard, les combinaisons que nous venons de signaler seraient identiques. Il résulte, en particulier, des expériences effectuées sur la décomposition de ces substances par l'eau que l'on se trouve bien là en présence d'une isomérie et non pas d'une identité.

Nous avons entrepris l'étude thermochimique de quelques-unes de ces combinaisons, en nous limitant précisément à la réaction de décomposition par l'eau. Notre but principal était de nous rendre compte, pour autant que le permettent les mesures thermochimiques, de l'influence qu'exerce la position du radical sur les liaisons existant entre les atomes. Dans la notation utilisée ci-après, R désigne le radical C^2H^5 et R′ se rap-

---

(¹) *Ber. der deutsch. chem. Gesells.*, t. XXXV, p. 1201.

(²) *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 1200. — *Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXIX, p. 944.

porte à divers radicaux tels que : C^3H^7, C^4H^9, C^5H^{11} et C^6H^5. Pour préparer ces corps, nous avons employé une méthode que nous avons déjà décrite [1] et qui consiste à obtenir, en solution benzénique, la combinaison organomagnésienne destinée à servir de point départ. Ensuite, on versait dans la solution un poids d'éther correspondant à la formation d'un monoéthérate. Nous avons pris la précaution de faire la pesée, au centigramme près, directement dans l'entonnoir à robinet, d'où s'écoule l'éther, et de modérer la réaction par une réfrigération convenable. Dans cette opération le radical R' était incorporé, à tour de rôle, dans la molécule organomagnésienne et dans la molécule de l'éther ajouté. Voici les résultats de ces mesures :

I. *Iodure d'éthyle-propyle-magnésium-éthyle-oxonium et diéthyle-magnésium-propyle-oxonium.* — La première de ces substances a été obtenue en partant de l'éther éthyle-propylique et de l'iodure de magnésium-éthyle; la seconde en partant de l'éther diéthylique et de l'iodure de magnésium-propyle.

$$\begin{matrix}C^2H^5\\C^3H^7\end{matrix}\!\!>\!O\!<\!\!\begin{matrix}MgC^2H^5\\I\end{matrix} + Aq\ldots\quad 62^{cal},3;\qquad \begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\!\!>\!O\!<\!\!\begin{matrix}MgC^3H^7\\I\end{matrix} + Aq\ldots\quad 62^{cal},5.$$

On voit que les chaleurs dégagées, lors de la décomposition de ces substances par l'eau, sont très voisines l'une de l'autre.

II. *Iodure d'éthyle-isobutyle-magnésium-éthyle-oxonium et iodure de diéthyle-magnésium-isobutyle-oxonium.* — Le premier de ces corps dérive de l'éther-éthyle-isobutyrique et de l'iodure de magnésium-éthyle; le second, de l'éther diéthylique et de l'iodure de magnésium-isobutyle.

$$\begin{matrix}C^2H^5\\C^4H^9\end{matrix}\!\!>\!O\!<\!\!\begin{matrix}MgC^2H^5\\I\end{matrix} + Aq\ldots\quad 58^{cal},7,\qquad \begin{matrix}C^2H^5\\C^2H^5\end{matrix}\!\!>\!O\!<\!\!\begin{matrix}MgC^4H^9\\I\end{matrix} + Aq\ldots\quad 60^{cal},2.$$

Comme dans le cas précédent, les chaleurs de décomposition par l'eau sont très voisines et leur différence est presque de l'ordre de grandeur des erreurs d'expérience.

III. *Iodure d'éthyle-isoamyle-magnésium-éthyle-oxonium et iodure de diéthyle-magnésium-isoamyle-oxonium.* — La première de ces combinaisons a été préparée à partir de l'éther éthyle-isoamylique et de l'iodure de magnésium-éthyle; la seconde, à partir de l'éther diéthylique et de l'iodure de magnésium-isoamyle.

Pour ces deux isomères, la réaction de décomposition par l'eau est complètement différente. La décomposition de la première de ces substances est accompagnée d'un dégagement d'éthane. Conformément à la formule proposée par Bæyer, qui prévoit la formation d'un hydrocarbure liquide, l'isopentane, la décomposition de la seconde substance n'est suivie d'aucun dégagement gazeux.

---

(1) *Ber. der deutsch. chem. Gesells.*, t. XXXIII, p. 4534.

Voici les résultats des mesures thermochimiques :

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^5H^{11} \end{matrix} \!\!> O <\!\! \begin{matrix} MgC^2H^5 \\ I \end{matrix} + Aq\ldots\ 62^{cal},9, \qquad \begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix} \!\!> O <\!\! \begin{matrix} MgC^5H^{11} \\ I \end{matrix} + Aq\ldots\ 60^{cal},5.$$

IV. Dans les cas qui viennent d'être étudiés, nous nous sommes exclusivement occupés des radicaux de la série grasse; il nous a paru intéressant de rechercher également quelle influence exercerait l'introduction dans ces combinaisons de radicaux aromatiques.

Nous avons rencontré, dans la préparation des composés, certaines difficultés provenant, en particulier, de ce que, en solution benzénique, l'iodure de phényle agit difficilement sur le magnésium. D'autre part, le phénétol ne semble pas former de composé d'addition avec l'iodure de magnésium-éthyle, pas plus à la température ordinaire qu'à chaud. Si l'on opère en solution de phénétol, le corps résultant de l'action du magnésium sur l'iodure d'éthyle renferme plus de MgI^2 que C^2H^5MgI.

En raison de ces difficultés, nous n'avons pu obtenir que les chiffres suivants :

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix} \!\!> O <\!\! \begin{matrix} MgC^2H^5 \\ I \end{matrix} + Aq\ldots\ 62^{cal},1 \qquad \begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix} \!\!> O <\!\! \begin{matrix} MgC^6H^5 \\ I \end{matrix} + Aq\ldots\ 59^{cal},2$$

Dans la première de ces réactions, il se dégage de l'éthane, dans la seconde, il y a mise en liberté de benzène. A propos de ces cas d'isomérie, il est utile d'ajouter que l'atome d'oxygène central est asymétrique selon la formule proposée par Bæyer, tandis que, d'après Grignard, il serait symétrique; malheureusement, il nous a été impossible d'élucider expérimentalement cette question.

En résumé, comme réponse au problème que nous nous étions posé en commençant ces recherches, nous pouvons dire que la différence des effets thermiques est trop faible pour qu'il soit possible de formuler une conclusion quelconque sur l'isomérie des combinaisons étudiées. En revanche, la réaction de décomposition par l'eau et les produits qui en résultent démontrent que les composés éthéro-organomagnésiens peuvent se présenter sous des formes isomériques, suivant la nature des corps ayant servi de point de départ.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Le superoxyde de la méthyléthylcétone.* Note de M. **Pastureau**, présentée par M. A. Haller.

L'eau oxygénée, en présence d'un catalyseur acide, donne avec la diméthylcétone un superoxyde $[C^3H^6O^2]^2$ et un alcool acétonique, l'acétol $C^3H^6O^2$. C'est là un fait général, pour les acétones de la série grasse.

Les superoxydes acétones étant des composés explosifs, c'est la formation simultanée d'un alcool acétonique qui fournit l'énergie nécessaire à leur formation.

La réaction est limitée par la réaction inverse, susceptible de se produire à la température de l'opération.

La méthyléthylcétone donne avec l'eau oxygénée, en présence d'acide sulfurique, un superoxyde $[C^4H^8O^2]^2$ et un alcool acétonique, le méthylacétol ou acétylméthylcarbinol $C^4H^8O^2$.

Dans un matras de 2^l, on mélange en refroidissant : 800^{cm^3} eau oxygénée du commerce à $2^g,5$ de H^2O^2 pour 100; 400^{cm^3} acide sulfurique de densité 1,84; au mélange refroidi on ajoute 40^{cm^3} de méthyléthylcétone.

La réaction commence aussitôt et le superoxyde formé vient se rassembler à la surface, sous la forme d'une couche huileuse incolore.

On filtre au papier, on lave à l'eau le superoxyde resté sur le filtre, finalement on l'entraîne par un courant de vapeur d'eau, on décante et l'on dessèche dans le vide à 100°.

Le liquide filtré est neutralisé par le carbonate de soude et soumis à la distillation. La méthyléthylcétone, qui reste toujours après la réaction, passe dans les premières portions. Le liquide neutre [A] qui passe ensuite contient le méthylacétol.

Superoxyde. — Le superoxyde de la méthyléthylcétone est un liquide huileux incolore, d'odeur très agréable, parfaitement stable à la température ordinaire, mais très explosif quand on le chauffe au-dessus de 100°.

Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther, le benzène.

Densité à 15°.............. 1,042

Distillé dans le vide, il ne passe pas à la température de 100° sous 10^{mm}; comme il est dangereux d'élever plus haut la température, le superoxyde a été distillé sous pression réduite, en présence d'eau. La température de la vapeur mixte est absolument constante sous une pression déterminée, comme cela a lieu, d'après la règle des phases, pour un mélange de deux liquides non miscibles constituant deux phases liquides distinctes :

Pression.	Température d'ébullition.
80^{mm}	48°
130^{mm}	56°

Analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^4H^8O^2$.
C pour 100...........	54,2	54,54
H pour 100...........	9,4	9,09

Le poids moléculaire, déterminé par la méthode cryoscopique, en se servant de benzène comme dissolvant, répond à la formule $[C^4H^8O^2]^2$. Trouvé 180, calculé 176.

Les réactions du composé sont celles d'un superoxyde :

Action de l'hydrogène naissant. — L'hydrogène naissant le transforme à froid en méthyléthylcétone. La décomposition est complète.

Action de l'acide sulfurique. — L'acide sulfurique concentré produit une violente explosion au contact du superoxyde.

L'acide sulfurique étendu donne à froid un mélange de méthyléthylcétone et de méthylacétol. Il reste toujours du superoxyde non décomposé, la réaction n'est jamais complète.

On a mélangé : eau distillée, 80^{cm^3}; acide sulfurique, 40^{cm^3} (dilution correspondante à celle du mélange oxydant); superoxyde, 10^g. On agite fréquemment. Au bout de 8 jours, le mélange a pris une odeur prononcée de méthyl-éthylcétone et a jauni légèrement. On a séparé le superoxyde non transformé, neutralisé la liqueur filtrée par le carbonate de soude et distillé. Les premières portions inflammables du liquide distillé contiennent seulement de la méthyléthylcétone. Le liquide qui distille ensuite est un mélange de méthylacétol et d'une petite quantité de méthyléthylcétone en solution aqueuse. En refractionnant ce liquide, on arrive à séparer complètement les deux composés, qui ont été caractérisés par leurs réactions propres.

La réaction peut donc se formuler ainsi :

superoxyde + SO^4H^2 = acide de Caro + acétone,
acide de Caro + acétone = superoxyde + alcool acétonique + SO^4H^2.

De telle sorte que l'action de l'eau oxygénée en présence d'acide sulfurique, sur les acétones, et de l'acide sulfurique sur les superoxydes peut se formuler :

acide sulfurique + eau oxygénée = acide de Caro,
acide de Caro + acétone $\rightleftharpoons$ superoxyde + alcool acétonique + acide sulfurique.

Action du brome en excès. — Le superoxyde dissout le brome, il y a formation d'un produit de substitution bromé et d'acide bromhydrique, qui détruit le superoxyde avec dégagement d'oxygène. La décomposition est complète; finalement on obtient le dérivé tétrabromé de la méthyléthylcétone : $CH^2Br — CO — CH^2 — CBr^3$. Point de fusion : 50°.

Méthylacétol. — L'oxydation de la méthyléthylcétone donne aussi de l'acétylméthylcarbinol : $CH^3 - CO - CHOH - CH^3$.

Le liquide distillé neutre [A] ne contenant pas d'eau oxygénée, ne colorant pas la sulfofuchsine, réduit énergiquement à froid l'azotate d'argent ammoniacal sodique et la liqueur cupro-alcaline.

Avec la phénylhydrazine acétique, il donne une osazone cristallisée en aiguilles jaunes fondant à 243° et se transformant en une osotétrazone cristallisée en aiguilles rouge sang, par oxydation à l'aide du perchlorure de fer.

Ce sont là les caractères de l'osazone du méthylacétol, identique à celle du biacétyle, non réducteur.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cétones β-chloréthylées et vinylées acycliques. Méthode de synthèse des 4-alcoylquinoléines.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **M. Maire**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons indiqué, dans une Note antérieure, que l'une des propriétés les plus curieuses des cétones vinylées acycliques consistait dans la fixation directe des amines sur la double liaison que renferment ces cétones. Nous avons reconnu que la fixation a lieu, non seulement avec les amines grasses, mais encore avec les amines phénoliques primaires et secondaires.

Comme, d'ailleurs, les produits obtenus par addition directe et par action des mêmes amines sur les cétones β-chloréthylées correspondantes sont identiques, il en résulte que l'atome d'azote se place en position β par rapport à la fonction cétone.

L'introduction dans la molécule de l'amine d'un groupement électronégatif, tel qu'un carboxyle, en position ortho, n'empêche même pas la fixation de se produire. C'est ainsi que l'acide anthranilique donne aisément des produits d'addition avec les cétones vinylées.

On conçoit aisément que les β-arylaminocétones puissent se cycliser par élimination d'eau et donner naissance à des dihydroquinoléines substituées. Or cette cyclisation ne se produit pas sous l'influence des divers agents de déshydratation. Et si l'on se rappelle que, dans ces conditions, les cétones du type

$$\begin{matrix} CH^3 \\ C^6H^5 - NH \end{matrix} \!\!>\! C = CH - CO - CH^3$$

donnent, au contraire, facilement des bases quinoléiques, on est conduit à

penser que la présence de la liaison éthylénique joue un rôle essentiel dans la formation de ces bases.

Si nous n'avons pu réussir à obtenir des bases dihydroquinoléiques, par contre, nous avons pu préparer facilement les bases quinoléiques correspondantes. Il suffit, en effet, de chauffer au bain-marie 1^{mol} d'une cétone β-chloréthylée avec 2^{mol} d'aniline, en milieu alcoolique. Il est intéressant de remarquer que, dans ce cas, le seul agent de cyclisation et de déshydrogénation est le chlorhydrate d'aniline qui prend naissance. Nous avons, en effet, vérifié que la β-anilinoéthyléthylcétone pure, par exemple, chauffée avec du chlorhydrate d'aniline donne la base quinoléique correspondante.

La méthode de synthèse des bases quinoléiques que nous venons d'indiquer présente une certaine importance en ce qu'elle conduit aux 4-alcoylquinoléines pour la préparation desquelles il n'existe, jusqu'ici, aucun mode général de formation synthétique. La 4-éthylquinoléine, que nous avons préparée d'abord, est différente de la base désignée sous ce nom par Reher (*Berichte*, t. XIX, p. 2999), qui avait pensé l'obtenir en soumettant à l'action de la chaleur l'iodéthylate de quinoléine. Une telle réaction peut être fort complexe, et l'on conçoit que l'alcoyle puisse émigrer aussi bien sur le noyau benzénique que sur le noyau pyridique de la quinoléine. La base de Reher est donc, pour le moins, impure et nous ajouterons que la 2-éthylquinoléine que cet auteur avait cru obtenir simultanément, a été reconnue par Dœbner et Miller, différente de la 2-éthylquinoléine pure.

La 4-éthylquinoléine bout à 134°, sous 9^{mm}, et les dérivés caractéristiques que nous avons préparés seront publiés ultérieurement. La position de l'alcoyle a été établie par oxydation, cette dernière donnant exclusivement de l'acide cinchoninique.

La 4-*n*-propylquinoléine se prépare aussi aisément et bout à 159° sous 16^{mm}.

La fixation des amines phénoliques sur la double liaison des cétones vinylées présente encore un certain intérêt à un autre point de vue. Elle conduit, en effet, à donner au mécanisme de formation des bases quinoléiques par la méthode de Skraup une interprétation différente de celle qui est aujourd'hui classique :

H — CH
C — H   CH
C   N   CH
→
N

Un tel mécanisme n'est pas admissible, car, en condensant l'aldéhyde crotonique avec l'aniline dans les conditions de la méthode de Skraup, on devrait obtenir la 4-méthylquinoléine. Or c'est, au contraire, la 2-méthylquinoléine, ou quinaldine, qui prend naissance. Comme nous avons, d'ailleurs, constaté que la fixation des amines phénoliques sur la double liaison des cétones vinylées se produit même en milieu acide, il y a lieu de substituer le mécanisme suivant à celui qu'on donne généralement :

$$CH^2=CH-CHO \rightarrow C^6H^5-NH-CH^2-CH^2-CH=N-C^6H^5$$

$$\rightarrow C^6H^4\left\langle\begin{array}{l}CH=CH\\ \quad\;|\\ N=CH\end{array}\right. + C^6H^5-NH^2+H^2.$$

On voit que ce mécanisme est tout à fait analogue, dans ses grandes lignes, à celui qu'ont indiqué Dœbner et Miller au sujet de leur méthode de préparation des bases quinoléiques.

BIOLOGIE. — *Sur un procédé permettant de détruire les larves dans les plantations d'arbres*. Note de M. EBERHARDT, présentée par M. Ditte.

Jusqu'à présent bien des efforts ont été tentés pour se défendre, dans les plantations, des ravages causés par les larves d'insectes (larves de Capricornes le plus souvent) qui creusent dans le tronc et les branches des galeries telles qu'elles interrompent la circulation de la sève dans le végétal et entraînent la plupart du temps à bref délai la mort de celui-ci.

Ces larves causent en Indo-Chine des dégâts énormes, principalement dans les plantations de thé, de mûriers, d'orangers, etc.

A l'instar de bien d'autres, j'ai tenté de nombreuses expériences, qui, après des tâtonnements nombreux, m'ont enfin permis d'arriver à un procédé simple, qui semble réussir en tous les cas et être à la portée de tous les planteurs, même indigènes, comme application et comme dépenses.

La méthode opératoire varie suivant les parties attaquées du végétal.

PREMIER CAS : *Les branches seules sont attaquées*. — *a*. Quand celles-ci sont de très jeunes branches, il est bon de les supprimer; mais, en général, elles sont peu atteintes.

b. Si l'on a affaire à un arbre soumis à la taille (mûriers, théiers), il peut être très préjudiciable pour celui-ci de supprimer un et même souvent

plusieurs des éléments producteurs, car on risque de détruire complètement le rapport du végétal; il faut alors *opérer* le membre malade.

On ouvre largement avec un scalpel et l'on met à nu la galerie, puis on extrait avec des pinces l'animal, que l'on détruit immédiatement; reste ensuite à panser la blessure et *à la refermer*.

La température et l'humidité qui règnent dans ces régions sont deux puissants auxiliaires, car ils suscitent une active poussée de végétation et permettent ces opérations de *chirurgie végétale* que l'on n'oserait tenter sous nos climats européens.

La plaie, une fois largement mise à jour et intéressant en général tout le centre de la branche, moelle et tissu ligneux, doit être nettoyée avec un bout de chiffon que l'on passe énergiquement sur toute sa surface, de façon à la débarrasser des détritus des cellules mortes et des fèces de la larve; quand la plaie est bien nette, on lave alors la blessure avec la solution suivante :

Solution A..	Formol	110
	Glycérine	40
	Eau	850

Cette solution agit de plusieurs façons : le formol cicatrise violemment, mais la glycérine et l'eau empêchent cette cicatrisation d'être trop vive; d'autre part, la glycérine s'oppose à une évaporation trop rapide et du formol et de l'eau, fixant, par conséquent, l'antisepsie et l'humidité sur les parties atteintes. Les cellules des couches inférieures en profitent pour se cloisonner activement; il ne faut pas, en effet, que les blessures soient soumises à l'assèchement violent que le vent et le soleil ne manqueraient pas de produire, car alors la production des éléments nouveaux est non seulement entravée, mais souvent arrêtée de façon totale. Après trois ou quatre lavages répartis sur les 15 jours qui suivent l'opération, on voit deux légers bourrelets se former de chaque côté de la plaie, au niveau des assises génératrices, et s'avancer à l'encontre l'un de l'autre, tendant à réunir les deux bords de la plaie, qui, dans l'espace de 6 à 8 mois, est complètement fermée.

Il faut avoir soin, pendant les 2 ou 3 premiers mois, si l'on veut obtenir une cicatrisation complète, de maintenir la partie du végétal en traitement à l'ombre, car l'action directe des rayons solaires ne permet qu'une cicatrisation partielle; seuls, les bords de la plaie se cicatrisent, et la branche reste avec une ouverture béante, ce qui, par conséquent, prive sa partie supérieure d'un apport de sève important et nuit à son développement. Dans le cas contraire, l'étude anatomique des parties reconstituées révèle la création de nombreux canaux anastomotiques qui rétablissent d'une façon parfaite la vascularisation entre le haut et le bas de la branche.

DEUXIÈME CAS : *Le tronc lui-même est attaqué.* — On ne peut opérer

dans ce cas comme dans le précédent sans risquer, sinon de tuer le végétal, du moins de lui nuire d'une façon telle qu'il s'ensuivrait une non-production complète pendant tout le temps qu'il consacrerait à panser ses nouvelles blessures.

On introduit alors, tout simplement, avec une seringue, par la partie supérieure de la galerie qu'un orifice encombré de fèces indique toujours, l'injection suivante :

Solution B..	Formol....................	180
	Glycérine..................	60
	Eau.......................	760

jusqu'à ce que le liquide affleure au bord de l'orifice.

La quantité de formol employée dans la solution B en fait un liquide très corrosif pour des tissus larvaires qui entraîne la mort de l'animal; la glycérine empêchant son évaporation trop rapide augmente encore sa durée d'action. On peut se demander si cela n'est pas préjudiciable aux tissus végétaux avec lesquels la solution se trouve en contact. Mais ces derniers sont des tissus ligneux pour la plupart et l'étude morphologique qui a accompagné mes expériences m'a montré que cette action ne s'est jamais fait sentir, au delà de la deuxième couche, si nous considérons comme première la dernière atteinte par les mâchoires de la larve. De plus, le fait de laver la plaie avec les solutions ci-dessus et la présence du liquide, dans le second cas, avec les solutions A et B, sont un sûr garant contre le développement des colonies bactériennes qui trop souvent entravent le développement normal des tissus nouveaux.

Il est préférable, pour le second cas, de faire l'injection, le soir, au coucher du Soleil, et de visiter l'orifice le lendemain matin.

a. Ou bien l'animal, si sa galerie n'est pas trop profonde, l'a remontée et est venu passer sa tête à l'entrée du trou, hors du liquide qui le brûle; il est facile alors de le saisir et de le détruire,

b. Ou bien l'animal n'a pu remonter sa galerie, soit à cause de sa hauteur, lui donnant un trop long parcours à faire dans le liquide caustique qui entraîne rapidement sa mort, soit à cause de ses fèces qui, imbibées de liquide, se sont gonflées et constituent pour lui un obstacle infranchissable.

En tous cas, sa mort est certaine, ainsi que me l'ont prouvé de nombreux sujets d'expériences sacrifiés au matin après avoir été opérés le soir.

Ce procédé m'a encore donné d'excellents résultats pour les cocotiers attaqués par le ver palmiste, soit par introduction de la solution B dans les galeries creusées par lui dans le tronc, soit en versant la solution A à la dose de 1^l sur le bourgeon terminal qu'entourent les gaines des feuilles. Cette dernière opération, répétée deux fois à 8 jours d'intervalle, de préférence dès la saison sèche, suffit à remettre un cocotier en parfait état. Dès le printemps suivant, les feuilles jaunes et sèches font place à de nouvelles

pousses d'un beau vert franc, et l'arbre reprend son évolution normale, alors que sa vie était auparavant fortement compromise.

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle Antilope de la vallée de l'Ituri*, Cephalophus ituriensis *nov. sp.* Note (¹) de MM. **Maurice de Rothschild** et **Henri Neuville**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le nouveau Céphalophe dont nous nous permettons de présenter l'étude à l'Académie appartient au groupe du *Cephalophus sylvicultor* Afzel. Cette espèce, caractérisée surtout par la présence d'une tache jaunâtre longitudinale dans la région dorso-lombaire, est assez variable quant à ce caractère même. Son polymorphisme a été tout récemment limité par l'établissement d'une coupe spécifique, M. Jentink ayant admis, pour certains exemplaires très différents du type, une nouvelle espèce à laquelle il a donné le nom de *Coxi* (²). Le spécimen d'après lequel cette dernière espèce a été décrite provient du N.-O. de la Rhodésie; le *C. sylvicultor* habite la côte orientale d'Afrique, de Libéria à Angola, et celui que nous étudions est originaire du centre africain proprement dit; leurs habitats sont donc fort différents.

Les caractères généraux de notre Céphalophe le rapprochent du *C. Coxi*, mais plusieurs particularités l'en éloignent suffisamment pour que nous en fassions une nouvelle espèce, dont nous allons signaler les caractères.

La coloration générale est notablement différente de celle du *Coxi;* elle est d'abord beaucoup plus sombre, et, tandis que ce dernier est en quelque sorte lavé d'une teinte gris jaune passant au gris pur dans certaines parties claires comme les joues, le nôtre est, au contraire, d'une coloration fauve noirâtre, passant à un gris assez clair sur les joues et le menton, comme chez le *Coxi*, mais se fonçant parfois jusqu'au noir. C'est ainsi que le front de notre spécimen est foncé au point d'être presque noir, tandis qu'il est roux chez le *Coxi;* il en est de même pour la partie dorsale du cou. La touffe frontale, au contraire, reste d'un roux à peine mélangé d'un peu de noir. Les épaules, assez foncées et recouvertes de poils courts, offrent une transition entre la couleur noire médiane de la nuque et la couleur claire

(¹) Présentée dans la séance du 7 janvier.

(²) F.-A. Jentink, *On a new Antilope,* Cephalophus Coxi, *from North-Western Rhodesia* (*Notes from Leyden Museum,* Vol. XXVIII, nº 1, Leyde, juillet 1906).

de la tache dorsale, qui commence, sans limites bien nettes, en arrière des épaules. Cette tache est très étroite, presque linéaire même; elle s'étend en arrière jusqu'à 0m,06 environ de la queue; cet intervalle est occupé par une seconde tache rappelant tout à fait le « disque » du *sylvicultor* ou du *Coxi*; sa forme est plutôt celle d'un demi-disque assez bien dessiné.

Ces deux taches ne sont pas très nettement séparées; on les distingue facilement cependant, d'après la différence des poils qui participent respectivement à leur formation.

Tandis que ceux de la tache dorsale sont d'un blond très pâle, terminés, et parfois aussi annelés, de brun noir, ceux du disque sont noirs sur presque toute leur longueur et terminés d'une pointe blanche. Il en résulte, pour cette dernière tache, un aspect noir piqueté, rehaussé par la présence de poils assez courts, d'un blanc très pur, au-dessous de cette coloration. La tache dorsale est bordée latéralement de poils un peu plus sombres que le reste de la coloration, et cette bordure contribue à la faire ressortir et à la délimiter; son apparence, en raison de la terminaison brune de ses poils, serait sans cela beaucoup moins nette et rappellerait encore moins ce qui se passe chez les *C. sylvicultor* et *Coxi*, où sa coloration est entièrement claire; cette bordure semble exister aussi chez le *Coxi*.

De part et d'autre de la tache dorsale ainsi bordée, les poils sont bruns sur leur plus grande longueur et terminés de jaune. Cette coloration fait place, insensiblement, à celle des parties inférieures, qui sont jaunâtres par suite du développement de plus en plus grand de la terminaison jaune des poils. La coloration générale est comme nous l'avons dit d'un fauve noirâtre. Tandis que la lèvre inférieure, bordée d'un peu de noir, est, ainsi que le menton et la gorge, d'un gris noir très léger, la partie inférieure du cou et la poitrine se teintent de fauve, et la ligne médiane du ventre se fonce légèrement par rapport à la coloration jaunâtre avoisinante. La région inguinale est noirâtre. Les jambes, enfin, rappellent assez bien celles du *Coxi*.

Ajoutons que les mensurations principales de notre sujet, qui est un jeune mâle originaire de la vallée de l'Ituri, sont les suivantes :

Longueur de la base des cornes à la naissance de la queue, $0^m,79$; hauteur aux épaules, $0^m,66$; circonférence à la poitrine, $0^m,66$. Crâne : longueur basilaire, $0^m,20$; largeur maxima, $0^m,098$; de l'orbite à l'extrémité de l'incisif, $0^m,103$. Cornes : longueur, $0^m,041$; diamètre maximum à la base, $0^m,015$.

En résumé, ce spécimen, notablement inférieur comme taille au *Cepha-*

lophus sylvicultor, le plus grand des Céphalophes, est également inférieur au *Coxi*, lequel semble un peu plus petit que le précédent. Bien qu'encore jeune (la dernière molaire n'est pas encore complètement sortie à la mâchoire inférieure et sort à peine à la mâchoire supérieure) notre exemplaire ne semble pas éloigné de sa taille définitive; ses cornes commencent à être bien dessinées et ses caractères généraux sont ceux d'un animal formé. Il n'y a donc pas lieu de croire qu'il aurait pu, avec l'âge, subir d'importantes modifications l'identifiant avec le *Coxi* dont il se rapproche le plus.

En tenant compte de toutes les données fournies par son étude, on voit que sa taille, sa coloration générale, et aussi son habitat, l'éloignent assez du *Coxi* pour qu'il soit légitime d'en faire une nouvelle espèce que nous nommons *ituriensis* en raison de cet habitat, très différent de celui des deux Céphalophes dont il se rapproche.

ZOOLOGIE. — *Sur les* Liriopsidæ, *Crustacés Isopodes* (*Epicarides*), *parasites des Rhizocéphales*. Note de M. **Maurice Caullery**, présentée par M. A. Giard.

Les *Liriopsidæ* sont parmi les moins connus des Epicarides; ils paraissent extrêmement rares sur les côtes de France. J'ai profité de mon séjour à la Station Zoologique de Naples, au printemps dernier, pour les étudier, grâce, en particulier, à l'abondance relative de deux espèces : *Danalia curvata* Fraisse (parasite de *Sacculina neglecta*, elle-même parasite d'*Inachus scorpio*) et *Liriopsis monophthalma* Fraisse ([1]), plus rare (parasite de *Peltogaster curvatus*, lui-même parasite d'*Eupagurus meticulosus*). Je résume ici les résultats principaux de ces recherches que je compte publier prochainement *in extenso* :

1° *Morphologie et évolution de* Liriopsis monophthalma. — La morphologie de cette espèce a été généralement méconnue et, dans les travaux récents [G. O. Sars ([2]), J. Bonnier ([3])], l'extrémité antérieure est prise pour la postérieure et inversement,

---

([1]) Fraisse, *Die Gattung Cryptoniscus* (*Arb. Zool. Inst. Würzburg*, t. IV, 1878).

([2]) G. O. Sars, *An Account of the Crustacea of Norway* (*Isopods*, 1899, p. 242-243, pl. 99-100).

([3]) J. Bonnier, *Contrib. à l'étude de Bopyridæ* (*Trav. Stat. Zool. Wimereux*, t. VIII, 1900, p. 196).

quoique Kossmann ([1]) ait correctement interprété l'animal. La portion qui, chez l'adulte, fait saillie hors du manteau du *Peltogaster* est la moitié antérieure; la portion interne, en forme d'ancre, est la postérieure.

Le *Liriopsis* pénètre dans son hôte, comme les autres Epicarides, au stade de larve cryptoniciennne et est alors mâle. On le trouve libre et mobile dans la cavité palléale du *Peltogaster*, au milieu de la ponte de celui-ci. Il y effectue sa métamorphose sans contracter de fixation proprement dite. Il subit bientôt une mue, après laquelle il ne présente plus d'autres appendices que la seconde paire de péreiopodes; celle-ci persiste un certain temps, mais perd bientôt sa structure articulée. L'animal prend un aspect vermiforme, les divers segments étant d'abord distincts. Le segment céphalique en particulier conserve très longtemps sa forme, le cerveau persiste, les yeux ne s'atrophient que partiellement et il reste des vestiges de l'appareil mandibulaire larvaire. Les deux sacs hépatiques s'hypertrophient rapidement et le *Liriopsis* devient de plus en plus globuleux, prenant la forme d'une sphère rouge comme l'ovaire du *Peltogaster*; la tête et les premiers anneaux thoraciques restent cependant reconnaissables. L'animal est libre dans la cavité palléale, la bouche appliquée pour la succion contre le manteau. Quand il a atteint à peu près son volume définitif, il s'étrangle vers son milieu et a ainsi un aspect de 8; il détermine une sorte de hernie du manteau de *Peltogaster*, au sommet de laquelle se perce un orifice, par où la moitié antérieure du 8 passe au dehors; un groupe de taches pigmentaires indique encore l'emplacement de la tête. C'est alors que l'ovaire mûrit, que se forme la cavité incubatrice et qu'a lieu la ponte.

2° L'évolution des *Danalia*, beaucoup mieux connue déjà, diffère beaucoup de la précédente; j'ai pu en préciser le détail. La larve cryptoniscienne mâle se fixe soit sur la Sacculine, soit plus souvent en un point quelconque de la face ventrale de l'abdomen de l'*Inachus*. Une première mue ne laisse subsister (comme chez *Liriopsis*) d'autres appendices que la deuxième paire de péreiopodes, par lesquels le parasite se cramponne provisoirement à son hôte. Aussitôt, la région péribuccale du *Danalia* prolifère rapidement en un tube qui perfore la paroi de l'hôte, s'allonge beaucoup et s'étale à son extrémité en deux paires de lobes assez volumineux. Désormais la bouche du parasite effectue une succion rythmique. La fixation est assurée et la seconde paire de péreiopodes tombe. Le corps même du *Danalia* forme un sac qui grossit beaucoup et se recourbe en U. J'ai pu suivre toute sa croissance; 10 à 12 semaines s'écoulent de la fixation de la larve à l'éclosion des embryons.

Malgré l'analogie apparente des états définitifs, les métamorphoses des deux types se sont donc accomplies de façon très divergentes et les rapports avec l'hôte sont très dissemblables. La conservation temporaire de la seconde paire de péreiopodes dans les deux cas est à remarquer. *Liriopsis*, par la persistance prolongée du segment céphalique et par son siège intrapalléal, rappelle de plus près les types parasites des Cirripèdes tels qu'*Hemio-*

([1]) KOSSMANN, *Neueres über Cryptonisciden* (*Sitz.-ber. Ak. Wiss. Berlin*, t. XXII, 1884).

niscus (où la tête et quatre segments thoraciques ne subissent aucune modification) et probablement *Eumetor. Danalia curvata* contracte des rapports moins étroits avec le Rhizocéphale, en se fixant directement sur les Crabes, mais, comme l'a bien vu G. Smith (¹), ne se rencontre que sur des Crabes sacculinés et est bien parasite de la Sacculine. D'autres espèces du même genre, au contraire, paraissent s'adapter à un parasitisme direct sur les Crustacés Décapodes (*Danalia ypsilon* Smith sur *Galathea dispersa*; v. Smith, *l. c.*, p. 100).

3° Les larves cryptonisciennes mâles, tout en ayant l'anatomie générale très uniforme de ce stade, montrent, chez *Liriopsis* et *Danalia*, d'intéressantes différences, en rapport avec les deux types de métamorphose qu'elles doivent subir; chez *Danalia* la transformation de la région céphalique et plus particulièrement buccale est annoncée par l'apparition des muscles qui assureront la succion; de plus, pendant la différenciation de la trompe, l'animal ne peut se nourrir; à cela correspond l'accumulation de réserves, à aspect de vitellus, dans deux rangées de grosses cellules latérales aux tubes hépatiques; ces réserves sont consommées au début de la métamorphose.

4° *Liriopsis* et *Danalia* offrent le même hermaphrodisme protandrique que les Cryptonisciens précédemment étudiés. La formation de l'ovaire et des oviductes s'effectue comme chez *Hemioniscus* (²) notamment.

5° La cavité incubatrice, qui chez l'adulte, communique avec le dehors par une longue fente ventrale, se forme aux débuts de deux sillons longitudinaux, comme l'a indiqué Kossmann (*l. c.*); ce processus doit se retrouver chez beaucoup de Cryptonisciens (*Crinoniscus*), peut être aussi chez les *Podasconidæ*, etc. Le cas d'*Hemioniscus* où elle reste close et où elle se forme par un épaississement d'abord plein de la paroi ventrale est une modification abréviative du processus précédent.

L'ensemble de ces résultats nous permettra de préciser la morphologie générale des Cryptonisciens.

PHYSIOLOGIE. — *Une précaution à prendre lors de l'observation des couleurs.* Note de M. **E.-P. Fortin.**

L'éclairage d'un objet ne variant pas, la coloration de cet objet est perçue différemment suivant que l'œil est ou n'est pas exposé à la lumière.

Si l'œil a été exposé pendant 2 ou 3 minutes à l'action de la lumière, ou

(¹) G. Smith, *Fauna und Flora des Golfes von Neapel* (29ᵉ Monographie : *Rhizocephala*, 1906).

(²) Caullery et Mesnil, *Recherches sur* Hemioniscus balani (*Bull. scient. Fr. et Belg.*, t. XXXIV, 1901).

bien s'il s'est trouvé placé dans le voisinage de surfaces blanches la réfléchissant, il ajoute en quelque sorte du bleu vert à toutes les couleurs qu'il perçoit.

Pour lui, le blanc légèrement rosé devient blanc et, tandis que les verts et les bleus gagnent en éclat, les rouges, orangés, jaunes, perdent de leur caractère.

Un ton jaune-vert également distant du jaune et du vert devient vert. Un ton lilas également distant du rouge et bleu vire vers le bleu.

On se rend très bien compte de ces différences de perception, suivant que l'œil est éclairé ou non par diverses méthodes, entre autres par la suivante :

Elle est basée sur une remarque signalée au cours d'une discussion de la Société d'Ophtalmologie en 1897, discussion à laquelle prirent part Chibret, Tscherning et Dufour. Ces auteurs firent observer que, si les deux yeux étaient éclairés inégalement, l'œil resté dans l'obscurité percevait blanc-rosé un même papier blanc que l'œil éclairé percevait bleu-vert.

La méthode consiste à comparer simultanément la perception d'une gamme colorée par les deux yeux, dont l'un est soumis à un éclairage latéral, alors que l'autre ne l'est pas.

Pour modifier notre perception, il n'est même pas nécessaire que les radiations émises par d'autres sources que l'objet regardé parviennent à l'œil en pénétrant par le diaphragme pupillaire.

L'iris, les membranes constituantes de la coque oculaire, sont loin de former une chambre noire comparable à celle d'un appareil photographique, mais si elles laissent passer les diverses radiations, elles arrêtent bien plus les bleus que les rouges. De même la lumière blanche traversant la pupille et rencontrant la choroïde ne sera pas réfléchie également vers la rétine. Les rayons bleus seront arrêtés tandis que les rouges orangés seront réfléchis et traverseront de fait la rétine une seconde fois.

Aussi, ce sont les lumières blanches, orangées rouges ou les surfaces susceptibles de les réfléchir qui modifient le plus notre perception ; tandis que les lumières bleues ou les surfaces colorées en bleu la modifient beaucoup moins.

Il résulte de ceci que, quand on note la coloration d'un objet, on doit définir les conditions d'éclairage dans lesquelles étaient placés nos yeux.

Réactifs chimiques. — Dans l'étude des réactifs chimiques, basés sur des procédés de coloration, l'éclairage de nos yeux a une certaine importance.

Par exemple un même papier de tournesol paraîtra rouge ou bleu suivant qu'on l'examine dans un laboratoire à murs sombres, ou dans un autre dallé de céramique blanche.

Observations météorologiques. — L'azur du ciel est en partie une création

de l'œil éclairé. Le fait a été mis en évidence par le Dr Rémy. Partant d'observations lors de l'examen diploscopique, il a imaginé plusieurs expériences tendant à démontrer que le ciel n'est pas bleu. Regardant un ciel bleu soit du fond d'un puits, soit au travers d'un tube à parois noircies, on le voit beaucoup moins azuré et relativement blanc.

J'ai indiqué [1] comment obtenir la réciproque. Pour bleuir un ciel blanc, il suffit d'éclairer latéralement un œil au moyen d'une lumière artificielle. Si l'œil ainsi éclairé regarde le ciel au travers d'un tube, on voit, dans le champ visuel binoculaire, la partie du ciel vue par l'œil éclairé passer successivement par les diverses teintes du bleu azur.

Si l'œil était par trop éclairé, la teinte irait jusqu'au noir (Rémy).

Examinant la lune en maintenant un œil à l'abri de tout éclairage latéral, tandis que l'autre y est exposé, le disque lunaire paraîtra rosé au premier œil et vert azur au second.

Quelques phénomènes météorologiques, tels le rayon vert, sont dus à des projections de nos yeux exposés à une vive lumière, surtout après clignotements rapides des paupières.

Durant certaines éclipses de soleil, le disque lunaire est vu rouge orangé. Il se peut que ce soit un phénomène de contraste dû à une exagération du bleu azur dans le reste du champ visuel. Cette exagération se produirait après un éclairage trop long et trop intense.

Examen d'une peinture. — L'éclairage de nos yeux joue un rôle important dans l'éclairage d'une peinture, à côté de l'éclairage du tableau lui-même.

Ce qui fait le caractère d'une peinture, ce sont les intervalles que le peintre a voulu placer entre des nuances qu'il a juxtaposées.

Si, avant d'arriver jusqu'au Tableau ou bien si, à l'instant où l'on se trouve en face de lui, nos yeux ont subi des variations d'éclairage, les intervalles entre les couleurs seront modifiés et le sens du Tableau différera de celui que le peintre lui a donné.

La beauté des fresques demeurées à leur place en Italie tient à ce qu'elles sont restées dans les endroits là où elles ont été exécutées. Il ne suffit pas, quand on les transporte, de les replacer dans des conditions telles qu'elles reçoivent la même quantité de lumière. Il faut de plus que l'observateur, avant de les regarder et lorsqu'il les examine, se retrouve dans des situations d'adaptation identiques à celles qu'il aurait rencontrées en les visitant à leur place primitive. On remarquera les modifications qui peuvent être ainsi apportées à un tableau par les observations suivantes :

En automne, quand les feuilles des arbres ont une coloration jaune vert, elles paraîtront vertes en plein midi; si on laisse pendant 2 minutes l'un des yeux dans

---

(1) *Modifications de la perception des couleurs après éclairage de l'œil* (*Union médicale du Nord-Est,* janvier 1904).

l'obscurité, il perçoit jaunâtre, au moment où on le découvre, le même paysage que l'œil laissé à la lumière continue de voir vert.

L'eau contenue dans une cuve émaillée de blanc de 0m,60 de profondeur passera par toutes les nuances du bleu ciel au noir, suivant que les yeux ont subi ou non l'action de la lumière blanche.

Au couvent de San Marco, à Florence, les fresques de Fra Angelico auront des bleus-azurs d'un éclat incomparable dans les cellules des moines où trois murs sur quatre sont restés blancs.

Un des attraits de la *Joconde* est de réunir précisément beaucoup de tons verts et bleus. Aussi la verra-t-on très rarement avec un même coloris, car rarement nos yeux ont subi un même éclairage.

GÉOLOGIE. — *Sur l'Aptien, le Gault et le Cénomanien et sur les caractères généraux du Crétacé inférieur et moyen de l'Atlas occidental marocain.* Note de MM. **W. Kilian** et **Louis Gentil**, présentée par M. A. Michel Lévy.

L'*Aptien* est représenté à l'extrémité occidentale de l'Atlas marocain par des argiles et des grès renfermant des fossiles caractéristiques (1).

L'*Aptien inférieur* (Bedoulien) à *Douvilleiceras Martini* d'Orb. sp. (var.), *D. Cornuelianum* d'Ob. sp., *D. Stobieskii* d'Orb. sp., *Heteroceras* sp., *Plicatula placunea* Lamk., *Rhynchonella lata* Sow., est surtout développé au voisinage du cap Réir notamment à l'embouchure de l'Asif Aït Ameur.

Nous avons déjà signalé (2), dans les Ida ou Tanan, une faune très importante de l'*Aptien supérieur* composée de fossiles pyriteux, dans laquelle l'abondance des *Desmoceras*, des *Puzosia*, des *Lytoceras* et des *Phylloceras* associés aux *Parahoplites* éloigne un peu ce type faunique de Gargas, pour le rapprocher de certains gisements algériens (Oued Chemour, Blayac).

Gault inférieur (horizon de Clansayes). — Nous avons également décrit un très riche gisement crétacé au sud-est du Djebel Aouljdad, dans la même tribu des Ida ou Tanan, et l'abondance des matériaux recueillis a permis de caractériser très nettement une association faunique semblable à celle de Clansayes.

Un gisement du même niveau, également riche, se trouve sur le flanc nord de la chaîne du Haut-Atlas au bord de la grande plaine de Marrakech, à Imi n Tanout.

(1) Les déterminations paléontologiques, signalées dans cette Note, ont été faites par M. W. Kilian avec le concours de M. Paul Reboul.

(2) *Comptes rendus*, 5 mars 1906.

Dans des marnes gréseuses, jaunes, foisonnent, en cet endroit, les *Parahoplites* et *Plicat. radiola* Lamk. On y trouve encore *Lytoceras belliseptatum* Anth. (fragments), *Parahoplites Uhligi* Anth. et formes voisines (extrêmement abondantes et de grande taille); *Par.* du gr. de *Par. aschiltaensis* Anth., *Par.* aff. *Nolani* Seunes sp., *Par. Nolani* Seunes sp. (adulte), *Par. Treffryanus* Kars. sp., *Par.* cf. *Milletianus* d'Orb. sp., *Par.* du gr. des var. à grosses côtes de *Par. Milletianus* d'Orb. sp., *Parahoplites* intermédiaire entre *Par. Milletianus* d'Orb. sp., *Par. Melchioris* Anth. et *Par. Aschiltaensis* Anth., *Douvilleiceras* sp., *Solarium;* Bivalves divers (*Cordium, Arca, Ostrea*) et notamment *Plicatula radiola* Lamk. de grande taille et très abondante, montrant la disparition des côtes dans la portion palléale des grands échantillons.

Cet horizon est nettement caractérisé ; il rappelle nettement la faune de Clansayes et celle que M. Anthula a décrite dans le Caucase.

Le *Gault supérieur* (base) est formé, dans le vallée de l'Ouad Tdzi, des Ida ou Guerd, par des argiles et des grès jaunes renfermant des fossiles phosphatés caractéristiques de la zone *Schlœnbachia Bouchardiana* Pict., de la Perte du Rhône, avec *Schl., inflata* Sow. sp., très abondante et ses variétés passant à *Schl. Candolliana* Pict. sp., *Schl. Bouchardiana* Pict. sp. (typique), *Acanthoceras Brottianum* d'Orb. sp., *Puzosia* (*Latidorsella*) *latidorsata* d'Orb. sp., *Puz. Mayoriana* d'Orb. sp., *Desmoceras Beudanti* d'Orb. sp., *Anisoceras* sp., *Nautilus* sp., *Melania* sp., *Plicatula gurgitis* Pict. et une faunule d'Astartes et de petits Gastropodes. Enfin des Gryphées nombreuses, voisines de *G. conica* Sow.

Ce niveau phosphaté est très nettement celui de Bellegarde (Ain), sous zone *inférieure* du Gault supérieur dont M. Jacob a démontré l'autonomie et qui a son type dans l'Ain (Bellegarde) et la Haute-Savoie (Saxounet, etc.).

Cénomanien. — Nous citerons enfin dans le Cénomanien (Rhotomagien), développé à l'extrémité occidentale du Haut-Atlas, avec l'*Ostrea Scyphax* Coq., cité par plusieurs géologues, *Ostrea cameleo* Coq., *O. conica* d'Orb., *O. haliotidea* d'Orb., *Lima* (indét.), *Janira* (probablement *J. æquicostata* Lamk.), *Plicatula* cf. *spinosa* Mant,, *Pleurotomaria* Sp., *Terebratula* (divers).

Quoique les Céphalopodes dominent dans les faunes qui précèdent et dans celles que nous avons récemment décrites (¹), leur caractère n'est pas celui des dépôts purement vaseux de la province méditerranéenne. En effet, la présence des Brachiopodes de grande taille et de Pélécypodes (Ostracées, Plicatules, etc.) donne à ces associations un cachet *néritique* assez accentué. La rareté des *Phylloceras*, des *Lytoceras*, la prédominance

(¹) *Comptes rendus*, séance du 7 janvier 1907.

dans l'Hauterivien d'ammonites du type jurassien (*Leopoldia*) dans le Barrémien d'une série de *Crioceras* qui rappellent des formes répandues dans le Hanovre (*Cr. Roeveri* v. K.), dans l'Albien inférieur de *Parahoplites* qui règnent exclusivement et l'association de ces espèces, notamment dans le Barrémien, avec des types nettement méditerranéens (*Desmoceras, Pulchellia*), donnent à ces faunes un type *mixte* très intéressant.

Les formations néocomiennes du Maroc appartiennent évidemment au bord méridional du géosynclinal méditerranéen et nous y voyons réapparaître les formes caractéristiques des régions marginales septentrionales de ce *même* géosynclinal (*formes eurythermes* Haug), alors que dans les régions profondes régnaient exclusivement les formes appelées *sténothermes*, c'est-à-dire surtout des espèces peu ornées appartenant aux *Desmocératidées*, aux *Phyllocératidées* et aux *Lytocératidées*.

Il sera intéressant de compléter cette série par la description de gisements berriasiens (*Hoplites Boissieri* Pict. a été signalé par M. Brives) et par la découverte du Valanginien, ainsi que par des connaissances plus complètes relatives à l'Albien dont les zones moyennes (zone à *H. tardefurcatus* et zone à *H. regularis*) n'ont pas été signalées encore dans cette région et aux transgressions qui paraissent exister à ce niveau, comme en certains points de l'Europe centrale.

GÉOLOGIE. — *Sur les rapports entre les terrains tertiaires et les roches volcaniques dans l'Anglona (Sardaigne).* Note de M. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

La région désignée sous le nom d'Anglona s'étend au nord de la Sardaigne entre Sassari, Ploaghe, le Campo d'Ozieri, la région granitique de la Gallura et le golfe de l'Asinara. L'altitude n'y dépasse pas 767^{m}, cote atteinte au monte di Bonaria au sud d'Osilo. On n'y observe que des roches volcaniques extrêmement abondantes et des terrains tertiaires formant des plateaux coupés par des escarpements parfois élevés, et entaillés par des cañons nombreux. A peu près circulaire, l'ensemble de la région présente un diamètre de 35^{km} environ.

Cette partie de la Sardaigne est d'un grand intérêt car elle permet de préciser nettement les relations entre les diverses venues volcaniques et la série tertiaire. Je ne donnerai ici qu'un résumé succinct, me réservant de développer la description des faits observés lorsque j'aurai achevé mes

recherches sur l'ensemble des formations volcaniques du nord-ouest de la Sardaigne.

Le niveau le plus inférieur est l'Aquitanien qui affleure dans la dépression centrale de l'Anglona, entre Laerru et Perfugas. Formé en majeure partie de dépôts lacustres silicifiés par des actions hydrothermales puissantes, il se montre en relations bien nettes avec les roches volcaniques les plus anciennes de la région. Près de Perfugas on relève une série de sables quartzeux et d'arkoses, remplis de bancs tuffeux et de cinérites à débris de végétaux, surmontés par des calcaires en plaquettes fines noyées dans une masse calcédonieuse. Au nord de Perfugas une puissante venue d'andésites augitiques, présentant des variétés hypersthéniques et même d'intéressants types à olivine, accompagnée de tufs en masses importantes forme le monte Rujù et le monte Marna (533^m); elle est nettement en relations avec l'Aquitanien lacustre. Ces roches se retrouvent très développées entre Nulvi et Costel Sardo, entre Nulvi, Ploaghe et Osilo.

Les dépôts burdigaliens à *Pecten præscabriusculus* et *Clypéastres* typiques sont bien développés entre Nulvi et Sorso, entre Laerru et Costel Sardo et dans la région de Chieramonti. *Ils recouvrent en discordance* l'Aquitanien et les roches volcaniques précitées. Au monte Alma, à 3^{km} à l'est de Nulvi, les dépôts burdigaliens forment une grande table calcaire reposant horizontalement sur les tufs andésitiques; sur la route d'Osilo à Nulvi, près de cette dernière localité, le Burdigalien extrêmement fossilifère repose en transgression sur ces mêmes tufs andésitiques par l'intermédiaire d'un poudingue dont les galets ont été fournis par les andésites antérieures. Près de Sedini, au monte Monti, une excellente coupe montre avec la plus grande netteté le Burdigalien transgressif sur les tufs andésitiques.

L'Helvétien *sensu stricto*, bien caractérisé par le *Pecten Fuchsi* et ses variétés, avec une abondante faune d'Échinides repose en concordance sur le Burdigalien. Il est formé de molasses sableuses homogènes sur une grande épaisseur. Près de Nulvi on peut relever une coupe très bonne, allant des tufs andésiques à l'Helvétien.

Postérieurement une nouvelle phase d'activité volcanique a donné naissance à une émission de produits consistant en une grande variété d'andésites basiques puis de labradorites et de magnifiques basaltes porphyroïdes augitiques avec de beaux phénocristaux d'hypersthène. Ces roches s'observent à l'état filonien. Elles recoupent toutes les variétés antérieures. Les appareils volcaniques ont disparu par érosion. Près d'Osilo, j'ai relevé des filons de leucotéphrite.

Les dernières manifestations volcaniques de la région sont représentées par le cône basaltique de monte Massa, entre la Cantornira Fenosu et Ploaghe. Ce petit volcan, d'origine relativement récente, est contemporain des cônes du Logudoro entre Tiesi et Ozieri; il s'élève sur un socle constitué par des andésites et des tufs anté-burdigaliens, au milieu d'une vaste *caldeira* d'explosion ouverte dans ces formations. Il a rejeté, en petite quantité, des laves basaltiques riches en péridot.

La région de l'Anglona est traversée par de grandes fractures orientées Nord-Sud, postérieures au dépôt de l'Helvétien. La plus importante est celle qui passe un peu à l'ouest de Sedini. L'amplitude de la dénivellation est parfois considérable entre les deux lèvres de la faille, l'Helvétien est ainsi parfois amené au contact des tufs andésitiques préburdigaliens; les dépôts miocènes se trouvent découpés par ces failles et portés à des altitudes très différentes; ainsi les calcaires à Clypéastres situés à 547^{m} près de Nulvi, où ils sont horizontaux, se trouvent également dans une position horizontale, mais à 397^{m} au plateau de Sas Codinas.

On pourrait ainsi résumer l'histoire de cette région : pendant l'Aquitanien existait dans l'Anglona un grand lac au voisinage duquel eurent lieu de puissantes éruptions andésitiques avec production de tufs et de cinérites; l'activité éruptive, en s'affaiblissant, finit par ne plus se traduire que par des actions hydrothermales provoquant la silicification de la partie supérieure des dépôts lacustres. Puis la transgression burdigalienne envahit la région qui fut submergée et les eaux démantelèrent les appareils éruptifs (¹); les dépôts helvétiens succédèrent sans arrêt aux dépôts burdigaliens; une émersion accompagnée de plissements peu intenses eut lieu ensuite, affectant faiblement les dépôts miocènes à peine ondulés. Postérieurement, une série d'effondrements le long du massif de la Gallura amena l'écroulement de l'Anglona le long de fractures parallèles. A la suite de ces écroulements, l'activité éruptive se réveilla, donnant naissance aux produits énumérés ci-dessus et se continua jusqu'à une époque récente, comme en témoigne le petit volcan de monte Massa contemporain des cônes du Logudaro (²).

(¹) Il est certain que des îles subsistèrent çà et là au milieu des eaux envahissantes.

(²) Je tiens à remercier ici M. le professeur Depéret, qui a bien voulu me donner des indications précieuses au sujet de la détermination des niveaux par les fossiles rapportés.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur le tremblement de terre calabrais du 8 septembre 1905.* Note de M. G. Mercalli, présentée par M. A. Lacroix.

Le tremblement de terre calabrais du 8 septembre 1905 a été précédé par les phénomènes suivants : 1° deux petites secousses ressenties dans la Basilicate, entre le 3 et le 8 septembre; 2° une première recrudescence de l'activité du Stromboli et une secousse sensible dans toute la Calabre occidentale (matinée du 29 août); 3° une forte augmentation de l'hydrogène sulfuré dans les eaux thermales de Sambiase (Nicastro); 4° un léger tremblement de terre survenu une heure environ avant la grande secousse et qui se fit sentir dans toute la région qui devait être si frappée peu après.

Par son intensité, ce tremblement de terre occupe le cinquième rang parmi les vingt grands séismes calabrais, postérieurs à 1600, mais pour l'étendue de la surface dévastée, il égale les deux plus importants : ceux du 27 mars 1638 et du 5 février 1783. La région dévastée comprend 44 bourgs ou villages : elle mesure 100^{km} de longueur, de Bisignano à Mileto, sur 40^{km} de largeur maxima d'Olivadi à Briatico. Elle est divisée en deux parties, au voisinage du défilé de Catanzaro par une zone où le tremblement de terre est resté au-dessous du degré *désastreux* (rovinoso). C'est pour cela que j'admets l'existence de deux centres d'ébranlement, l'un au sud et l'autre au nord de cette zone : ils ont fonctionné presque simultanément. La région où le tremblement de terre a été perçu directement par l'homme comprend toute l'Italie méridionale au sud de Sessa Arunca; elle est elliptique et se développe comme la surface mésoséismique, plus dans le sens Nord-Sud que dans le sens Est-Ouest. Enfin, ce tremblement de terre a été enregistré par les instruments microséismiques, non seulement dans toute l'Europe, mais jusqu'aux Philippines, au Japon, à Toronto (Canada) et au Cap de Bonne-Espérance. Ce fait démontre que l'épicentre dut être singulièrement profond.

Dans l'aire mésoséismique, la grande secousse fut très longue (au moins 40 secondes) : elle a présenté trois phases principales, séparées par des ralentissements après lesquels le mouvement a repris avec une plus grande force. La deuxième phase fut la plus longue et la plus nettement ondulatoire, mais le maximum d'intensité a eu lieu pendant la troisième; dans celle-ci, il s'est produit, en outre, un brusque changement de direction, qui a donné l'impression d'un mouvement tourbillonnant : il a été la cause principale de l'écroulement des édifices. La composante verticale a prédominé dans la première phase, mais dans beaucoup de localités un mouvement sussultatoire a été constaté au milieu et à la fin de la secousse.

Cette complication de mouvements, ces changements de directions, la variation de l'angle d'émergence dans une même localité trouvent leur explication dans ce que les ondes séismiques ont subi une réflexion contre la puissante formation des roches cristallines qui affleurent dans la région et dans ce que l'épicentre s'est déplacé au cours du phénomène.

La distribution très irrégulière et discontinue des dégâts a des causes multiples. Avant tout, le mouvement séismique dans sa propagation suivant des directions diverses a subi une réelle variation d'intensité du fait des phénomènes de réflexion et d'interférence dus à la grande hétérogénéité lithologique du sous-sol et à différentes conditions tectoniques.

Il faut noter, en outre, que les mouvements séismiques, à intensité égale, ont produit de plus grands dommages dans les villages situés sur des pentes ou sur des élévations isolées ou peu étendues, dans ceux qui sont construits sur les sables jaunes (pliocènes), sur la molasse miocène désagrégée, sur des lambeaux d'alluvions quaternaires ou sur les éboulis des pentes, en un mot sur les terrains de transport naturels ou artificiels, ou bien encore sur les roches cristallines profondément décomposées. On constate, en outre, que le désastre a été plus grand au contact des terrains cristallins et des assises tertiaires ou quaternaires qui leur sont superposées, parce que le mouvement séismique, outre la brusque discordance stratigraphique, a trouvé dans ces couches une grande différence d'élasticité dans le milieu de propagation.

Enfin, à conditions géologiques égales, l'intensité des dégâts et spécialement la perte de vies humaines doivent être attribuées à la mauvaise construction des édifices qui étaient vieux et mal réparés à la suite de tremblements de terre antérieurs.

J'ai déterminé la position et la forme du centre séismique superficiel par diverses méthodes : 1° par la valeur de la composante horizontale; 2° par la forme des courbes isoséismiques; 3° par la variation de la composante verticale; 4° par l'étude des directions prédominantes du mouvement dans les différentes localités. Ces recherches m'ont amené à admettre deux épicentres, un situé dans le Monteleone et l'autre dans la partie sud-ouest de la haute vallée de Crati. Les nombreuses secousses (environ 100 dans les trois premiers mois) qui ont suivi celles du 8 septembre confirment cette hypothèse, car si quelques-unes ont été communes à toute l'aire centrale du grand séisme, d'autres, au contraire, ne se firent sentir que dans le Monteleone et d'autres seulement dans le Cosentino.

Les secousses de tous les grands tremblements de terre calabrais, y compris le récent, se sont propagées de la Calabre aux volcans éoliens et non *vice versa,* puisque aucun de ces derniers n'est compris dans la région ravagée. On peut, par conséquent, exclure l'idée que l'origine de ces grands tremblements se trouve au Stromboli, Toutefois, ce volcan a manifesté en 1905 une notable recrudescence d'activité, un peu avant et un peu après la période maximum du phénomène étudié. Dans la matinée du 8 septembre, le Vésuve a présenté une augmentation sensible dans l'écoulement de la lave qui s'épanchait depuis quelques mois. Ces coïncidences ne sont pas le résultat d'un rapport de cause à effet, mais sont plutôt dues à quelques actions ou conditions endogènes communes, d'où dépendent les phénomènes géodynamiques de la région.

Bien que la mer fût calme et qu'il n'y eût pas de vent après la grande secousse, les eaux s'élevèrent et s'abaissèrent, avec une période de 7 minutes 5, sur toutes les côtes tyrrhéniennes de la Calabre centrale, atteignant en de certains points $1^{m},30$ de différence avec le niveau normal. Ce mouvement de la mer, allant en diminuant d'intensité, fut sensible jusqu'à Ischia.

Dans quelques localités, il s'est produit des éboulements de terrains peu cohérents, les petits volcans de boue de Santo-Sisto, situés entre Rende et Montalto Uffago, ont

présenté une forte, mais passagère, recrudescence ; le débit des eaux thermales de Sambiase a doublé, en même temps que s'élevait leur température. Dans beaucoup d'endroits, le sol s'est fendu, laissant surgir des jets d'eau et de boue, un grand nombre de fontaines et de puits ont débordé et leurs eaux sont devenues troubles. Dans quelques localités seulement, l'eau des sources a diminué ou même disparu. Ces perturbations de la circulation souterraine des eaux ont été, en général, de courte durée, ce qui porte à croire que les modifications produites par le tremblement de terre n'ont intéressé que les terrains superficiels tertiaires et quaternaires.

Le tremblement de terre calabrais n'a été accompagné d'aucune dislocation permanente du sol; aussi ne semble-t-il pas possible de le considérer comme tectonique. Il me paraît appartenir à ceux que l'on nomme communément *périmétriques* et que j'ai proposé, dans un autre travail, d'appeler *intervolcaniques*.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

M. B.

ERRATA.

(Tome CXLIII, Séance du 31 décembre 1906.)

Note de M. *H. Deslandres*, Appareils enregistreurs de l'atmosphère solaire :

Page 1214, ligne 16, *au lieu de :*

Avec cette différence que l'objectif de chambre, relativement beaucoup plus long, est remplacé par un miroir concave de $0^m,40$ qui occupe moins de place et est moins coûteux,

lisez :

Avec cette différence que l'objectif de chambre, relativement beaucoup plus grand, est remplacé par un miroir concave de $0^m,40$, qui est moins coûteux et assure à l'appareil total une longueur deux fois moindre.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 21 JANVIER 1907.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOPHYSIQUE. — *Projet de classification bibliographique des matières qui constituent la Sismologie actuelle*. Note de M. G. BIGOURDAN.

Jusqu'à une époque encore peu éloignée, la Sismologie se réduisait presque uniquement à la description des effets désastreux produits par les tremblements de terre et à la statistique. Elle a formé jusqu'ici une branche de la Géologie et plus spécialement de la Géodynamique; quelquefois on l'a rattachée à la Météorologie.

Mais dans le dernier quart du siècle passé, et surtout dans les années qui viennent de s'écouler, la Sismologie a pris un grand développement, grâce surtout à la sensibilité des appareils enregistreurs appliqués à l'étude des tremblements de terre; et aujourd'hui elle forme une science distincte, ayant ses méthodes, ses appareils, etc.

Ces rapides progrès ont vivement fait sentir le besoin d'une bibliographie sismologique (1).

Il est vrai que A. Perrey, R. Mallet, etc. ont donné des listes étendues d'Ouvrages et de Mémoires relatifs aux tremblements de terre; mais le classement y est fait suivant l'ordre alphabétique des noms d'auteurs ou

---

(1) Lors de la réunion à Rome, en octobre 1906, de la Commission permanente de l'Association internationale de Sismologie, l'ordre du jour portait une proposition (nº 23) présentée par le délégué hongrois (M. le prof. v. Kövesligethy) *pour la publication annuelle de la bibliographie sismologique*. La discussion de cette motion a été renvoyée à la réunion qui doit avoir lieu en septembre 1907.

par bibliothèques; et aujourd'hui ces listes sont insuffisantes. D'ailleurs, pour faciliter les recherches parmi les nombreuses publications des dernières années, une classification méthodique est indispensable.

Voici les principes sur lesquels est basée celle que nous proposons :

Deux notions simples, celles de *vitesse de propagation* et d'*intensité*, conduisent à la division suivante des sismes :

— Relativement à la vitesse de propagation, ils sont distingués en :

Tachysismes, ou sismes à propagation rapide,

Et *Bradysismes* ou sismes à propagation lente.

— Relativement à l'intensité on appelle :

Macrosismes ceux qui sont sensibles à l'homme sans le secours d'aucun instrument spécial,

Et *Microsismes* ceux qui ne sont révélés que par certains appareils appropriés.

De là une double division assez nette des phénomènes sismiques, et à laquelle on peut joindre la distinction des macrosismes *terrestres* (tremblements de terre proprement dits) et des macrosismes *marins* (tremblements de mer).

Mais l'étude complète des phénomènes sismiques suppose la connaissance des instruments et des méthodes employés aujourd'hui en Sismologie : la classification doit donc embrasser ce qui est relatif à ces instruments, à ces méthodes, etc., ainsi que les relations de la Sismologie avec les autres sciences. Par suite les grandes divisions de cette classification seront les suivantes :

Généralités, Histoire, Bibliographie;

Relations cosmiques et autres;

Méthodes;

Observatoires et Instruments;

Tachysismes, divisés en *macrosismes* et *microsismes;*

Bradysismes, divisés en *séculaires* et *périodiques*.

Reste à faire des subdivisions et à donner, à chacune de celles-ci, un numéro ou *chiffre enregistreur* en accord avec le système général de classification adopté.

Parmi ces systèmes généraux de classification on connaît surtout aujourd'hui, pour les sciences, d'un côté, le système dit *décimal* qui s'applique à l'ensemble des connaissances humaines et, de l'autre, celui

qui est employé par l'*International Catalogue of Scientific Literature* (¹).

Les subdivisions ou rubriques proposées ici s'adaptent également à l'un et à l'autre de ces systèmes; nous donnons ci-après, avec les subdivisions proposées, les chiffres enregistreurs que l'on pourrait adopter dans le second.

On sait que les sciences classées jusqu'ici dans l'*International Catalogue* sont distinguées par les *lettres d'enregistrement* suivantes : A, B, ..., R; on désignerait donc la Sismologie par la lettre S, de sorte qu'elle se trouverait caractérisée par la première lettre de son nom.

En conformité avec ces principes, voici l'ensemble de la classification proposée :

SISMOLOGIE (S.).

GÉNÉRALITÉS. BIBLIOGRAPHIE. HISTOIRE (²).

0000 Philosophie.
0010 Histoire. Biographie.
0020 Périodiques. Rapports d'Institutions, de Sociétés, de Congrès, etc.
0030 Traités généraux. Manuels. Dictionnaires. Bibliographie (³). Tables.
0040 Discours. Leçons. Conférences.
0050 Enseignement.
0060 Institutions. Musées. Collections. Applications pratiques. *Voir* aussi 1110.
0070 Nomenclature. *Voir* aussi 1140, 1260, 1360.

RELATIONS COSMIQUES ET AUTRES.

0100 Généralités.
0110 Géologie.
0130 Vulcanologie.
0150 Maréographie.

(¹) Dans le système décimal, la Sismologie est aujourd'hui classée dans la Géologie, sous les numéros 534.81, 551.22 et 551.221.

Dans l'autre système elle a le n° 13 de la Géographie (J) et le n° 25 de la Géologie (H).

(²) Les rubriques et numéros 0000-0070 sont communs à toutes les sciences indexées dans l'*International Catalogue*.

(³) Il s'agit ici de bibliographies sismologiques en général. La bibliographie de ce qui est relatif à chaque rubrique en particulier doit être indiquée sous le numéro de cette rubrique.

0160 Astronomie : Variation des latitudes, de la verticale, etc.
0170 Influences solaires. Aurores polaires.
0180 Influences lunaires. Marées. Troubles océaniques.
0190 Influences planétaires.
0200 Météores. Étoiles filantes.
0210 Magnétisme terrestre.
0220 Électricité et courants telluriques.
0230 Pression barométrique.
0240 Vent.
0250 Température. Évaporation.
0260 Condensations : humidité, pluie, rosée, etc.

MÉTHODES (THÉORIE, OBSERVATION, CALCUL, PUBLICATION DES RÉSULTATS, ETC.).

0300 Généralités.
0310 Instructions pour les observateurs.
0320 Méthodes de mesure, d'estimation, etc. *Voir* aussi 1530.
0330 Applications de l'étude théorique et pratique des ondes, de l'élasticité, etc.
0340 Mouvements provoqués artificiellement : applications des résultats fournis par leur étude.
0350 Utilisation des observations; cartes. Méthodes de calcul. Analyse harmonique.
0360 Lecture des sismogrammes, etc.; modes de reproduction, de publication.

OBSERVATOIRES ET INSTRUMENTS.

Observatoires.

0400 Généralités.
0410 Emplacements à choisir. Construction. Organisation. Distribution actuelle ou à adopter.

Instruments.

0500 Généralités.
0510 Instruments anciens.
0520 Procédés d'enregistrement (optique, mécanique, électrique, etc.), de mise en marche, de changements de vitesse, etc.
0530 Amplification des mouvements dans les appareils sismiques.
0540 Détermination et enregistrement de l'heure.
0550 Procédés d'amortissement.
0560 Installation des appareils.
0570 Appareils à liquide, à niveaux : bain de mercure, vasque sismique, etc.
0580 Appareils à projection, à roulement, à renversement.
0590 Appareils à pendule ordinaire (c'est-à-dire avec masse au-dessous de la suspension).
0300 Appareils à pendule renversé (c'est-à-dire avec masse au-dessus de la suspension).

0610 Appareils à pendule horizontal, à pendule conique.
0620 Appareils à ressort (notamment pour la composante verticale).
0630 Appareils complexes.
0640 Sismoscopes. Tromoscopes ou trémitoscopes.
0650 Sismomètres. Tromomètres.
0660 Sismographes.
0670 Sismométrographes.
0680 Microphones sismiques.
0690 Comparaisons des appareils.
0700 Constantes des appareils; leur calcul, leur détermination.

TACHYSISMES.

0900 Généralités.
0910 Centre, épicentre, isosistes, etc., et leur détermination (profondeur, forme, étendue, etc.).
0920 Statistiques.

Tachy-macrosismes terrestres ou *tremblements de terre proprement dits.*

1000 Généralités.
1010 Statistiques (dans le temps) : listes générales, partielles, régionales, etc. Monographies.
1020 Statistiques (dans l'étendue) ou distribution géographique. Sismicité.
1030 Mouvements : nature, rythme, amplitude, direction, durée, propagation, vitesse, etc., tant à l'intérieur du globe qu'à la surface. Influence de la nature du sol, etc. Causes perturbatrices. Résultats.
1050 Phénomènes précurseurs.
Phénomènes qui accompagnent les tremblements de terre. *Voir* aussi 1040.
1060 Roulements. Détonations. Bruits, etc. *Voir* aussi 1330.
1070 Phénomènes lumineux, calorifiques.
1080 Phénomènes électriques, magnétiques.
1090 Phénomènes atmosphériques.
1100 Action sur les eaux souterraines.
1110 Fréquence et périodicité.
1120 Effets sur l'homme, sur les animaux. Pressentiments. *Voir* aussi 1040.
1130 Effets sur le sol et sur ce qu'il supporte : constructions, etc.; crevasses, déplacements, etc. Éruptions de gaz, de liquides, projections solides (sable, etc.). Evaluation de l'importance des changements en plan et en altitude (nivellements, etc.). Influence de la nature du sol, etc.
Applications, etc. *Voir* aussi 0060.
1150 Causes. Théories. Diverses sortes de tremblements de terre : volcaniques, tectoniques, secondaires (de relais), d'éboulement, etc. Séries de tremblements de terre, etc. *Voir* aussi 0070, 0100, etc.

Tachy-macrosismes marins ou *tremblements de mer*.

1200 Généralités.
1210 Statistiques.
1220 Mouvements : Nature, amplitude, durée, propagation, vitesse, etc. Causes perturbatrices, résultats.
1230 Phénomènes précurseurs.
1240 Phénomènes qui accompagnent les tremblements de mer : bruits, phénomènes lumineux, calorifiques, atmosphériques, etc.
1250 Fréquence et périodicité. Prédiction.
1260 Effets sur l'homme, sur les animaux, sur les eaux et sur ce qu'elles supportent : navires, etc. Bouillonnements, colonnes d'eau, etc.
1270 Causes. Théories. Espèces diverses. *Voir* aussi 0070, 0100, etc.

Tachy-microsismes : tremblements de terre éloignés, pulsations, etc.

1300 Généralités.
1310 Statistiques.
1320 Mouvements : nature, amplitude, durée, propagation, vitesses, etc.; causes perturbatrices. Résultats.
1330 Bruits. *Voir* aussi 1060.
1340 Pulsations.
1350 Fréquence et périodicité. Prédiction.
1360 Causes (vent, pression, etc.). Théories. Espèces diverses de tachy-microsismes. *Voir* aussi 0070, 0100, etc.

BRADYSISMES.

1400 Généralités.
1410 Relations avec les tachysismes.
1420 Niveau des mers : constance, variabilité, etc.
1430 Méthodes d'observation : alignements, nivellements, photographie, etc.; précision des diverses méthodes, etc. *Voir* aussi 0320, 1520, etc.

Bradysismes séculaires.

1500 Généralités.
1510 Statistique : listes générales, partielles, régionales, etc.; distribution géographique.
1520 Lignes de rivage : avance, recul, déplacements en altitude; méthodes d'observation. *Voir* aussi 1430.
1530 Intérieur des continents : changements horizontaux, verticaux; méthodes d'observation. *Voir* aussi 0320, 1430.

1540 Changements de profondeur des océans.
1550 Causes des bradysismes séculaires. Théories.

Bradysismes périodiques.

1600 Généralités.
1610 Statistiques. Distribution géographique.
1620 Méthodes d'observation. *Voir* aussi 1430, 1520.
1630 Mouvements annuels, saisonniers, mensuels, etc.
1640 Mouvements diurnes, semi-diurnes, etc.
1650 Causes des bradysismes périodiques. Théories.

Outre une classification méthodique, telle que la précédente, la Sismologie a également besoin d'une classification topographique, car, à ce point de vue, ses exigences sont les mêmes que celles de la Géographie et de la Géologie, dont elle se détache. Aussi paraît-il naturel d'adopter également la classification topographique de l'*International Catalogue* et de la combiner avec la classification méthodique précédente. Nous rappellerons seulement que, dans cette classification topographique, la surface entière du globe est partagée en onze grandes divisions, distinguées par les lettres *d*, *e*, ..., *n*, *o* (¹); ces grandes divisions sont partagées chacune en subdivisions désignées par deux ou trois lettres dont la première est toujours celle de la grande division qui la renferme (²).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur une mission du commandant Chaves en Afrique.* Note de S. A. S. le Prince **Albert Ier de Monaco.**

Sa Majesté le Roi de Portugal résolut à la fin de l'année 1905 de patronner une mission confiée au commandant Chaves pour se rendre en Afrique dans la province de Moçambique, et y étudier les conditions d'organisation d'un service météorologique analogue à celui des Açores, établi en 1901 par le Gouvernement Portugais, d'accord avec mon désir.

J'ai alors confié au commandant Chaves quelques études magnétiques

(¹) Les lettres *a*, *b*, *c* sont consacrées ainsi aux données d'ensemble :
a, données d'ensemble relatives au globe terrestre.
b, données d'ensemble relatives aux continents.
c, données d'ensemble relatives aux océans.

Puis viennent :
d, Europe, avec la mer Méditerranée et ses îles.
e, Asie et Archipel Malais, Célèbes et Timor inclus.
Etc.

(²) Ainsi *df* désigne la France et la Corse; — *dg* désigne la Péninsule Ibérique, avec les Pyrénées et les Baléares ; — etc.

dans le sud et dans l'est Africains, spécialement sur les points où des observations semblables avaient déjà été faites par d'autres physiciens, le commandant Chaves devant employer pour ce travail les instruments magnétiques que je lui avais temporairement laissés. J'ai pris à ma charge les dépenses de voyage en dehors de la province de Moçambique.

Du 20 au 25 juin on a essayé à Capetown la comparaison préliminaire des instruments magnétiques du commandant Chaves avec ceux du professeur J.-C. Beattie qui, depuis quelques années, étudie avec le plus grand dévouement la distribution des éléments magnétiques dans les colonies anglaises du sud de la Rhodésie jusqu'à la colonie du Cap, son collaborateur étant, pour quelques régions, le professeur J.-F. Morrison.

En raison des puissants courants électriques produits à Capetown par les tramways on a trouvé qu'une comparaison des instruments magnétiques des deux physiciens anglais avec ceux du commandant Chaves était impossible. Pour cette raison il a été nécessaire de s'éloigner de Capetown après avoir choisi comme station de comparaison un point du voisinage de Matjesfontein, 200 milles au nord-est de Capetown et à 1000^{m} d'altitude, donc en plein Karru, dans une région aride et en général libre des pluies, qui alors étaient fréquentes aux régions inférieures situées près de la côte.

Ces observations terminées, le vœu exprimé par la conférence météorologique d'Innsbruck d'une comparaison des instruments magnétiques en usage sur divers points du globe, se trouvait donc partiellement réalisé pour des instruments employés dans des régions très éloignées de l'Europe.

Les trois observateurs s'entendirent sur la nécessité de construire une petite maison pour de futures comparaisons magnétiques à Matjesfontein et une autre à proximité de Lourenço-Marques, puis encore sur celle d'établir des signaux de repère en des points distants, mais visibles de ces maisons.

Le commandant Chaves est ensuite arrivé à Lourenço-Marques, où, grâce au concours éclairé de la Commission des travaux du port de Lourenço-Marques, il a eu toutes les facilités pour choisir l'emplacement de la station des comparaisons magnétiques, emplacement qui, probablement, sera aussi celui du futur observatoire de la province de Moçambique. Cette station, après une étude magnétique de la région, a été choisie à proximité de la gare de Boane sur le chemin de fer en construction du Swaziland, à 39^{km} de Lourenço-Marques.

Enfin, le commandant Chaves a fait des observations magnétiques sur plusieurs points de Inhambane et de Quelimane, spécialement pour connaître la valeur de la déclinaison, très différente de celle indiquée par les cartes marines donnant l'entrée de ces deux ports.

En ce qui concerne les points déjà étudiés par d'autres physiciens, le commandant Chaves a fait des observations à Lourenço-Marques, Moçambique et Daressalam dans les stations occupées en 1898 et 1899 par le lieutenant de la marine autrichienne S.-B. Czerchow, et à Daressalam aussi par les professeurs H. Manrer et C. Uhlig; à Pessene Movene et Beira par le professeur J.-C. Beattie.

Rentrant en Europe par Naples, le commandant Chaves n'a pas pu faire la comparaison de ses instruments avec ceux d'un observatoire magnétique italien, parce que les deux observatoires de ce pays, ceux de Naples et de Rome, ne fonctionnent plus par suite de la présence de tramways électriques dans ces deux villes. Il est donc venu comparer ses instruments en France, à l'observatoire magnétique du Val-Joyeux.

J'avais indiqué aussi au commandant Chaves l'utilité de faire des récoltes de plankton dans l'Atlantique lors de son voyage de Lisbonne au Cap de Bonne-Espérance.

Elles ont été obtenues sur 15 points différents avec un filet Richard et, toutes les fois que cela a été possible, à $6^h 30^m$ du matin et à $5^h 30^m$ du soir, le filet restant immergé pendant une demi-heure.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance et l'équilibre élastique des tubes frettés.* Note de M. A. **Jacob**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Sebert, Léauté, Vieille.)

Lamé a énoncé les conditions d'équilibre des cylindres élastiques de révolution et le général Virgile a utilisé ces résultats pour établir la théorie du frettage encore en usage actuellement.

Dans ces Mémoires, la limite de résistance élastique est établie en partant de la considération des tensions.

On estime actuellement d'une façon à peu près générale que c'est en partant des allongements que cette limite doit être évaluée.

Nous avons donc été conduit à reprendre la question de l'équilibre des tubes élastiques et les calculs du frettage, en prenant comme base la limitation des allongements.

Les résultats diffèrent sensiblement de ceux obtenus par l'autre méthode. D'une façon générale, on est conduit à des épaisseurs plus fortes.

Le nouveau procédé a l'avantage de permettre l'introduction facile des efforts de tension parallèles aux génératrices, mais surtout, se prête d'une façon naturelle à la théorie et au calcul des serrages.

Une proposition relative à la différence des allongements à l'état de tir et de repos permet de simplifier considérablement les calculs.

Cependant, lorsque le nombre des enveloppes dépasse huit à dix, les calculs sont encore très longs.

On sait que, pour une épaisseur déterminée de frettage, la résistance élastique est d'autant plus forte que le nombre n des rangs de frettes est plus considérable. Cette résistance est donc une fonction de n qui croît avec n et converge rapidement vers une limite déterminée pour n infini, limite qui dépend du mode de serrage.

Dans un exemple cité au cours du Mémoire, alors que la limite est de 47^{kg}, la résistance est déjà de 40^{kg} pour $n = 2$ et de 44^{kg} pour $n = 4$.

D'où cette première conclusion que, si l'on utilise le même métal, on gagnera peu en prenant plus de 4 ou 5 enveloppes et que les avantages que l'on peut réaliser par l'emploi d'enveloppes minces proviennent surtout d'une amélioration possible de la limite élastique des fils employés.

Pour les fils d'acier à canon, la valeur de cette limite est susceptible d'atteindre deux ou trois fois celle des frettes ordinaires.

La seconde conclusion est que l'on peut, s'il y a un grand nombre de frettes, passer à la limite en supposant le frettage composé de fils infiniment fins, c'est-à-dire étudier la solution asymptotique.

Dans un pareil système, la pression déterminée par le mode d'enroulement ou serrage devient une fonction du rayon de la couche; il en est de même des autres éléments, allongements, tensions.

En partant des équations qui donnent les allongements dans le joint de deux frettes consécutives supposées d'égale épaisseur et en faisant tendre cette épaisseur vers zéro, on arrive à une équation différentielle linéaire du second ordre qui lie la pression au serrage.

Cette équation jouit de cette propriété importante qu'elle est satisfaite, non seulement pendant les divers états du système supposé construit, mais aussi pendant la construction.

Cette propriété permet de déterminer la pression en fonction de la tension de pose.

On peut aussi trouver la pression dans le cas où l'on se propose de construire le frettage de façon qu'il donne le maximum de résistance sous le moindre poids. Ce résultat est obtenu en faisant en sorte que, quand le maximum de pression s'exerce, toutes les couches du frettage soient à leur limite d'allongement élastique. On déduit de là la tension de pose à employer. Ces tensions décroissent lentement au fur et à mesure de la pose du fil.

En résumé, nous avons résolu le problème suivant :

Déterminer les conditions d'équilibre et la résistance d'un tube élastique sur

lequel on enroule un fil également élastique, le brin ayant au moment de l'enroulement une tension variable suivant une loi donnée.

Des exemples montrent comment la méthode peut être appliquée.

Actuellement, tout au moins en France, on constitue le frettage de telle sorte qu'à l'état de repos, la limite élastique du tube à la compression ne soit pas dépassée. Les idées qui ont cours actuellement relativement aux variations de cette limite dans les métaux déformés permettent de penser que cette règle est trop absolue.

Mais il n'existe pas de méthode de calcul pouvant alors donner une idée de la résistance des enveloppes.

C'est une question que nous nous proposons d'aborder dans un autre travail.

CORRESPONDANCE.

M. Jean Charcot, en rappelant que l'Académie a bien voulu, en 1903, patronner l'Expédition antarctique française qu'il a organisée, lui demande d'accorder son approbation à une nouvelle Expédition antarctique et de choisir parmi ses Membres des savants qui auront à élaborer et à discuter le programme des recherches scientifiques qu'il désire entreprendre.

(Renvoi, pour l'étude de cette proposition, à une Commission composée de MM. Bouquet de la Grye, Mascart, Perrier.)

M. Robert-G. Aitken adresse des remercîments à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux.

M. le sénateur américain Charles-N. Prouty, à l'occasion du second centenaire de la naissance de Franklin, envoie à l'Académie une adresse et différents objets parmi lesquels un portrait représentant Franklin dans sa jeunesse.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le fascicule I (*Mammifères*) des *Décades zoologiques* de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. (Présenté par M. Yves Delage.)

2° Six fascicules de l'Ouvrage publié sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique relativement à l'*Expédition antarctique française* (1903-1905) commandée par le Dr Jean Charcot. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

ASTRONOMIE. — M. **Milan Štefánik** adresse de Tachkent une dépêche relative à l'état de l'atmosphère pendant l'éclipse du 14 janvier :

Ciel couvert, nuages....

M. **Janssen** annonce qu'il a reçu également une dépêche confirmant que l'éclipse n'a pu être observée.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'approximation des fonctions par des suites trigonométriques limitées.* Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. Émile Picard.

En suivant une méthode analogue à celle qu'a donnée Tchebicheff pour la détermination des polynomes d'approximation ([1]), on obtient les résultats suivants :

Appelons *somme trigonométrique d'ordre n* une fonction de la forme

$$A_0 + A_1 \cos x + B_1 \sin x + \ldots + A_n \cos nx + B_n \sin nx,$$

où les A et les B sont des constantes quelconques.

1° *Étant donnée une fonction $f(x)$ continue et de période 2π, il existe pour chaque valeur de n une somme trigonométrique d'ordre n :* $T_n(x)$ *qui approche plus de $f(x)$ que* toute autre *somme trigonométrique d'ordre n :* $\Sigma_n(x)$. Autrement dit, le maximum de $|f(x) - T_n(x)|$ est inférieur (et non pas égal) à celui de $|f(x) - \Sigma_n(x)|$.

2° Pour une valeur fixe de n, on fait ainsi correspondre à toute fonction $f(x)$ continue et de période 2π une somme $T_n(x)$ bien déterminée. *La correspondance ainsi définie est continue.* C'est-à-dire que si, à la fonction $g(x)$, correspond la somme $R_n(x)$, les coefficients de $R_n(x)$ tendent respectivement vers ceux de $T_n(x)$ lorsque $g(x)$ converge uniformément vers $f(x)$.

([1]) E. Borel, *Leçons sur les fonctions de variables réelles.* Paris, 1905, p. 82-93.

3° *La suite des sommes trigonométriques d'ordres croissants* $T_0(x)$, $T_1(x)$, ..., $T_n(x)$, ..., *qui correspondent ainsi à une même fonction* $f(x)$, *converge uniformément vers* $f(x)$. Et elle converge plus rapidement que toute autre suite de sommes trigonométriques d'ordres croissants, plus vite en particulier que la somme $\sigma_n(x)$ de Fejer :

$$\frac{\left\{\begin{array}{l} n a_0 + (n-1)(a_1 \cos x + b_1 \sin x) + \ldots \\ \quad + (n-p)(a_p \cos px + b_p \sin px) + \ldots [a_{n-1} \cos(n-1)x + b_{n-1} \sin(n-1)x] \end{array}\right\}}{n}$$

où a_0, a_1, ..., b_n désignent les coefficients de Fourier de $f(x)$.

4° *Lorsque n croît indéfiniment, les coefficients de* $T_n(x)$ *tendent respectivement et uniformément vers les coefficients de Fourier de* $f(x)$, sans leur être égaux en général.

5° On peut utiliser ce qui précède pour l'approximation des fonctions harmoniques.

MÉCANIQUE. — *Sur les hélices de propulsion.* Note ([1]) de MM. **P. Tsoucalas** et **J. Vlahavas**, présentée par M. Maurice Levy. (Extrait.)

I. *Résistance de l'air.* — 1. Le travail T dépensé dans le mouvement dans l'air d'une surface plane ε suivant une direction qui fait un angle φ avec ce plan, avec une vitesse v, est $f\varepsilon \sin\varphi r^3$, et par conséquent la résistance à vaincre R est $R = f\varepsilon \sin\varphi v^2$.

2. En considérant le plan en mouvement mince et poli, la résistance normale au plan K est la même que si le plan avait un mouvement normal avec une vitesse $v \sin\varphi$ (mouvement relatif). D'après le résultat déjà trouvé, cette résistance normale est $K = f\varepsilon \sin^2\varphi v^2$, c'est-à-dire égale à la composante de la résistance totale, suivant la normale au plan, ce que nous devions attendre d'ailleurs.

Nos expériences nous ont permis de mesurer la valeur du coefficient f. Nous avons trouvé qu'il est : 0,16 pour une incidence normale; 0,11 pour une incidence de 45; 0,07 pour une incidence de 30.

II. *Hélices.* — 3. En considérant un élément de surface $d^2\varepsilon$ en mouve-

([1]) Présentée dans la séance du 7 janvier 1907.

ment pendant le temps dt, nous trouvons, après ce que nous avons dit,

(1) $$d^3\mathrm{T} = fv^3 \cos\psi\, d^2\varepsilon\, dt,$$

(2) $$d^3\mathrm{K} = fv^2 \cos^2\psi\, d^2\varepsilon\, dt.$$

Quand cet élément $d^2\varepsilon$ appartient à un hélicoïde gauche qui tourne autour de son axe avec une vitesse ω pendant que cet axe a un mouvement suivant sa propre direction $ka\omega$, comme l'équation de la surface est, dans le système des coordonnées (z, ρ, θ),

(3) $$z = ka\omega t + a\zeta(\theta - \omega t),$$

le mouvement résultant se fait suivant la direction qui fait avec la normale à la surface un angle ψ dont le cosinus est

(4) $$\cos\psi = \frac{a(\zeta - k)\rho}{\sqrt{k^2a^2+\rho^2}\sqrt{\zeta^2a^2+\rho^2}}.$$

En appelant $d^3\mathrm{Z}$ la composante de $d^3\mathrm{K}$ suivant l'axe des z nous trouvons

(5) $$d^3\mathrm{T} = f\omega^3 a(\zeta - k)(k^2a^2+\rho^2)\rho\, d\rho\, d\theta\, dt,$$

(6) $$d^3\mathrm{Z} = f\omega^2 a^2 (\zeta - k)^2 \frac{\rho^3}{a^2\zeta^2+\rho^2}\, d\rho\, d\theta\, dt.$$

Après les intégrations, nous trouvons les valeurs du travail dépensé par unité de temps et de la force de propulsion :

(7) $$\mathrm{T} = \frac{1}{4} f\omega^3\theta_0(\zeta - k)(1+2k^2)a^5,$$

(8) $$\mathrm{Z} = \frac{1}{2} f\omega^2\theta_0(\zeta - k)^2\left(1 - \zeta^2 l\,\frac{1+\zeta^2}{\zeta^2}\right)a^4,$$

θ_0 étant l'amplitude totale des ailes de l'hélice, a leur longueur, k le rapport des vitesses du bout des ailes et de l'axe de l'hélice, et enfin $2\pi a\zeta$, le pas de la surface hélicoïdale.

4. Puisque la surface alaire est $s = \frac{1}{2}\theta_0 a^2\left(\sqrt{1+\zeta^2} + \zeta^2 l\,\frac{1+\sqrt{1+\zeta^2}}{\zeta}\right)$, appelons ms la surface résistante au mouvement de translation. La résistance à vaincre est $fmsk^2a^2\omega^2$ et le travail utile $fmsk^3a^3\omega^3$. Par consé-

quent, le rendement de l'hélice est

$$(9)\qquad \tau = \frac{2mk^3\left(\sqrt{1+\zeta^2}+\zeta^2 l\frac{1+\sqrt{1+\zeta^2}}{\zeta}\right)}{(\zeta-k)(1+2k^2)},$$

où, en même temps, il faut avoir la relation entre m, k et ζ,

$$(10)\qquad mk^2 = \frac{(\zeta-k)^2\left(1-\zeta^2 l\frac{1+\zeta^2}{\zeta^2}\right)}{\sqrt{1+\zeta^2}+\zeta^2 l\frac{1+\sqrt{1+\zeta^2}}{\zeta}},$$

à cause de l'égalité de la force de propulsion et de la résistance au mouvement de translation. Les formules (9) et (10) donnent, après élimination de m,

$$(11)\qquad \tau = 2k\frac{\zeta-k}{1+2k}\left(1-\zeta^2 l\frac{1+\zeta^2}{\zeta^2}\right).$$

En égalant à zéro $\frac{\partial\tau}{\partial k}$ et $\frac{\partial\tau}{\partial\zeta}$, nous tirons de ces deux nouvelles équations $k=0,425\ldots$ et $\zeta=1,321\ldots$. Ensuite, la formule (10) nous donne $m=0,327$ et la formule (11) le maximum absolu de $\tau=0,117$. Mais la valeur de m est donnée, en général, par d'autres considérations. La valeur du rendement devient, après élimination de k entre (9) et (10),

$$(12)\qquad \tau = \frac{2\zeta^2 x^2\sqrt{mxy}}{2\zeta^2 x^2+(x+\sqrt{mxy})^2},$$

où, pour abréger,

$$(13)\qquad x = 1-\zeta^2 l\frac{1+\zeta^2}{\zeta^2} \quad \text{et} \quad y=\sqrt{1+\zeta^2}+\zeta^2 l\frac{1+\sqrt{1+\zeta^2}}{\zeta}.$$

Ainsi τ est seulement fonction de ζ et la valeur de ζ, qui rend τ maximum relatif à la valeur donnée à m, est donnée par l'équation

$$(14)\qquad \left\{\begin{aligned}&\left(4xy+x\sqrt{1+\zeta^2}-\frac{y}{1+\zeta^2}\right)m+2\sqrt{m}\left(2x-\frac{1}{1+\zeta^2}\right)\sqrt{4xy}\\ &\qquad +4(1+\zeta^2)x^2-\frac{1+2\zeta^2}{1+\zeta^2}x-\frac{x^2}{y}(1+2\zeta^2)\sqrt{1+\zeta^2}=0.\end{aligned}\right.$$

A l'aide de (14) nous avons construit un Tableau qui donne, pour une série de valeurs de ζ, les valeurs correspondantes des m, k et τ.

La formule (14) donne pour $m=\infty$, $k=0$, $\tau=0,832$, arc tang $\zeta = 39°46'$

trouvé par l'équation

$$(15) \qquad 4xy + x\sqrt{1+\zeta^2} - \frac{y}{1+\zeta^2} = 0.$$

Pour cette raison, le Tableau est construit pour les valeurs de

$$\text{arc tang}\,\zeta = 39°46', \ 40°, \ 41°, \ 42°, \ \ldots, \ 51°, \ 52°, \ 52°26'.$$

On a aussi

$$(16) \qquad Z = 0,131 f\omega^2 s a^2,$$
$$(17) \qquad T = 0,374 f\omega^3 s a^3,$$

dans le cas d'une hélice à axe fixe. Enfin, en éliminant ω',

$$Z = 0,374\ldots\sqrt[3]{fsT^2},$$

qui représente la pression *maximum absolu* développée suivant l'axe de rotation, pour un travail T, d'une hélice fixe de surface alaire s. En considérant l'axe de rotation vertical, cette pression Z représente la force ascensionnelle *maximum absolu*. De ce qui précède est tiré le Tableau ci-après :

Arc tang ζ.	ζ.	*m*.	*k*.	τ.	$\frac{z}{\sqrt[3]{fsT^2}}$.	$a\sqrt{\frac{\theta_0}{s}}$.	$s\frac{1}{\theta_0 a^2}$.
39°,46′	0,832	∞	0	0	0,374	0,998	1,003
40	0,839	5,585	0,005	0,003	0,371	0,995	1,008
45	1,000	6,997	0,121	0,063	0,303	0,933	1,147
50	1,192	1,032	0,274	0,106	0,226	0,870	1,319
52,52	1,321	0,327	0,423	0,117	0,164	0,833	1,436

AÉRONAUTIQUE. — *Sur les hélices propulsives*. Note de M. F. **Ferber**, présentée par M. Maurice Levy.

Tout au début de leurs projets les inventeurs de machines volantes se heurtent au problème suivant :

Quelle est l'hélice nécessaire pour faire avancer avec une vitesse V *un système qui demande pour se sustenter une poussée* F *et quelle puissance cette hélice absorbera-t-elle ?*

Ils ne trouvent de solution nulle part, même dans les travaux des architectes navals devant lesquels le problème s'est posé d'une façon moins

impérative car, leurs créations flottant toujours, ils pouvaient arriver à la meilleure hélice par des corrections successives.

La présente Note a pour but de combler cette lacune :

Le colonel Renard, dans sa Note à l'Académie du 23 novembre 1903, avait donné cette formule de l'hélice :

$$F = \alpha n^2 d^4,$$
$$T = \beta n^3 d^5,$$

F étant la poussée en kilogrammes, T le travail en kilogrammètres, d le diamètre en mètres, n le nombre de tours par seconde.

Ces formules ne concernent que les hélices au point fixe et de plus les autres variables, savoir: le pas, la fraction de pas, le coefficient de la résistance de l'air, le coefficient de frottement, sont laissées dans le vague des coefficients α, β.

Nous sommes parvenus à les expliciter en nous appuyant sur la considération de l'angle d'attaque mis en évidence par la construction due à M. Drzewiecki.

Cela permet de poser l'expression des forces qui s'exercent dans une section cylindrique en tenant compte de la vitesse du système. L'intégration étendue à la palette entière donne la formule complète.

Les intégrales étant écrites, il faut se garder de les effectuer, mais les réduire à des coefficients que l'expérience devra déterminer; ainsi pourra-t-on serrer au plus près à la fois la théorie et la pratique.

On arrive ainsi aux formules plus générales suivantes :

$$F = (\alpha h r - \alpha') n^2 d^4,$$
$$T = (\beta h^2 r + \beta') n^3 d^5,$$

dans lesquelles, outre les quantités déjà mentionnées, h est le rapport du pas au diamètre, et r le recul relatif qui est lié à la vitesse V (mètres, seconde) du système par sa définition :

$$r = \frac{\text{vitesse de la vis dans l'écrou solide} - \text{vitesse du système}}{\text{vitesse de la vis dans l'écrou}}$$

ou

$$V = n' h d (1 - r).$$

Les coefficients α, α', β, β' :

1° Sont proportionnels au coefficient de la résistance de l'air;

2° Ils s'annulent avec la fraction de pas (on peut les considérer comme proportionnels à la puissance des $\frac{2}{3}$ de la fraction de pas);

3° α, β sont des fonctions du pas relatif;

4° α', β' sont des constantes pour une hélice donnée qui sont proportionnelles au coefficient de frottement.

Pour vérifier ces formules, nous avons fait faire un châssis muni de quatre roues et nous y avons suspendu un moteur faisant tourner deux hélices : le moteur est étudié préalablement, on mesure la poussée par un peson, le nombre de tours par un compteur, la vitesse par des chronométreurs et l'on a ainsi tout ce qu'il faut pour vérifier les formules : l'accord a été trouvé très satisfaisant.

Ce qu'il y a de très remarquable dans ces formules, c'est que, le recul, et par conséquent la vitesse qui en dépend, ne figurant pas dans les coefficients α, α', β, β', on peut les déterminer par de simples mesures au point fixe après avoir fait $r = l$ dans les formules; on se débarrasse ainsi de toute la difficulté des mesures prises en marche.

Grâce à ces formules, on peut résoudre le problème posé plus haut et, par conséquent, établir dorénavant un projet de machine aérostatique avec quelque précision.

PHYSIQUE. — *Mesures du phénomène de Zeeman sur les raies bleues du zinc.* Note de MM. **P. Weiss** et **A. Cotton**, présentée par M. J. Violle.

Dans leurs beaux travaux sur les relations de l'effet Zeeman avec les séries, Runge et Paschen n'ont pas fait eux-mêmes de mesures en valeur absolue des champs magnétiques employés. Ils ont utilisé d'abord, pour les évaluer, les résultats peu concordants donnés par différents physiciens. Ultérieurement, ils ont adopté, comme étant le plus probable, un résultat trouvé depuis par Färber.

Nous avons étudié à ce point de vue les trois raies bleues du zinc (4810,71; 4722,26; 4680,33) et, avec une attention toute particulière, la première de ces raies, pour laquelle Reese et ensuite Kent avaient trouvé que l'effet Zeeman ne variait pas proportionnellement au champ.

Nous avons utilisé un gros électro-aimant, qui sera décrit ailleurs par l'un de nous, et nous avons déterminé avec grand soin la valeur absolue des champs employés, compris entre 25500 gauss et 36000 gauss. L'étincelle jaillissait parallèlement aux lignes de force, entre deux fils de zinc placés dans un entrefer de $4^{mm},5$. Le cir-

cuit de décharge d'un condensateur de 0,08 microfarad, relié à la bobine, comprenait une self-induction de 0,0144 henry. L'image de l'étincelle était projetée, à travers un analyseur laissant passer les vibrations (de Fresnel) normales aux lignes de force, sur une fente soignée dont la largeur était $0^{mm},03$. Le réseau de Rowland employé, de $3^{m},14$ de rayon, avait environ 50000 traits; il rachète ces dimensions relativement restreintes par un grand éclat des spectres du 3e et du 4e ordre d'un côté. Ce sont ces spectres que nous avons photographiés. On obtient ainsi pour la raie 4680 les deux composantes extérieures du triplet pur, pour la raie 4722 quatre composantes, et six pour la raie 4810.

Ensuite nous avons, l'un et l'autre, mesuré les clichés d'une façon tout à fait indépendante. Ces mesures très concordantes nous permettent d'énoncer les résultats suivants :

1° L'écart entre deux composantes magnétiques varie proportionnellement à l'intensité du champ. Les écarts marqués que Reese et Kent avaient trouvés tous deux s'expliquent en tenant compte des intensités relatives des composantes que ces physiciens n'avaient pas complètement séparées.

2° Nos résultats sont en parfait accord avec les relations simples que Runge et Paschen ont découvertes entre les écarts des diverses composantes.

3° Appelons $\delta\lambda$ l'écart entre les deux composantes latérales du triplet; on a, en utilisant les relations de Runge et Paschen, autant de déterminations de la quantité $\frac{\delta\lambda}{\lambda^2 H}$ qu'on a mesuré de couples de composantes. Nous trouvons pour cette constante (λ étant évalué en centimètres) la valeur $1,88 \times 10^{-5}$ avec une erreur relative certainement inférieure à $\frac{1}{100}$. Cette constante unique caractérise les trois séries secondaires dont les raies forment des triplets naturels.

La valeur obtenue est supérieure de 3,5 pour 100 à celle (1,81) de la Thèse de Färber (Tübingen, 1902). Celui-ci repérait ses champs (qui d'ailleurs n'ont guère dépassé 20000 gauss) en se servant d'une spirale de bismuth. D'après les nombres qu'il donne lui-même, une incertitude de moins de 2° sur la température de la spirale suffirait pour expliquer le désaccord.

En adoptant la théorie par laquelle Lorentz explique le triplet pur, qui donne $\frac{e}{m} = \frac{2\pi v \delta\lambda}{\lambda^2}$ où $v = 3 \times 10^{10}$, on trouve

$$\frac{e}{m} = 3,54 \times 10^7.$$

PHYSIQUE. — *Sur les modifications subies dans un champ magnétique par les bandes d'absorption des cristaux de tysonite.* Note de M. JEAN BECQUEREL, présentée par M. Poincaré.

On sait que les bandes d'absorption du xénotime sont modifiées dans un champ magnétique intense (¹). Le xénotime n'est pas le seul cristal jouissant de cette propriété : la tysonite possède également des bandes d'absorption sensibles à l'action d'un champ magnétique.

La tysonite, fluorure de cérium, lanthane, didyme provenant de Pike's Peak (Colorado) est un cristal uniaxe ayant par conséquent deux spectres principaux d'absorption, un spectre *ordinaire* et un spectre *extraordinaire*. Ces spectres présentent les principaux groupes de bandes du didyme; les bandes sont pour la plupart beaucoup plus larges et plus floues que celles du xénotime.

I. Supposons, en premier lieu, le faisceau lumineux dirigé parallèlement au champ magnétique, et orientons l'axe optique dans la même direction. Examinons le spectre ordinaire, seul visible, en analysant la lumière au moyen d'une lame quart d'onde suivie d'un rhomboèdre de spath donnant sur la fente du spectroscope deux images contiguës et permettant d'observer simultanément les spectres qui correspondent à deux vibrations circulaires inverses. En excitant le champ magnétique, on voit quelques-unes des bandes se déplacer dans des sens opposés dans les deux plages en conservant la même largeur et la même intensité.

Malgré la largeur des bandes, et bien que les déplacements soient beaucoup plus petits que dans le spectre du xénotime, le phénomène est très nettement visible avec un réseau de Rowland (568 traits au millimètre) et un objectif de $1^m,30$ de distance focale, en observant le premier ou le deuxième spectre. En effet, en inversant rapidement plusieurs fois de suite le champ magnétique, on voit les bandes se balancer autour de leur position primitive, en se mouvant dans des sens contraires dans les deux plages. Même si le déplacement est faible, ce balancement est facile à observer.

Le sens des déplacements correspond pour certaines bandes à des électrons négatifs, *pour d'autres bandes à des électrons positifs;* nous sommes

---

(¹) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, 26 mars et 9 avril 1906.

conduits à la même conclusion que dans les expériences réalisées avec le xénotime.

Le Tableau suivant donne dans un champ évalué à 16500 unités la valeur approchée des décalages obtenus entre les deux bandes correspondant à des vibrations circulaires inverses; les mesures ne peuvent être précises à cause de la largeur des bandes. L'effet est du même ordre de grandeur que le phénomène de Zeeman.

λ...............	$399^{\mu\mu},5$ (Observée sur des clichés).	$507^{\mu\mu},5$	$510^{\mu\mu},9$	$517^{\mu\mu},6$	$523^{\mu\mu},4$	$674^{\mu\mu},2$
		(Observées avec un oculaire à micromètre.)				
Décalage........	0,1 à 0,2	0,1	0,1	0,06	0,06	0,1
Signe de la charge des électrons...	+	+	—	+	—	—

II. Supposons le faisceau orienté normalement au champ.

La théorie développée dans de précédentes Notes [1] permet de prévoir la manière dont ces bandes doivent se comporter pour la vibration *normale au champ*. Tandis que, dans le cas précédent, les décalages observés entre les deux composantes des vibrations circulaires sont *indépendants de la largeur des bandes,* il n'en est plus de même des changements obtenus lorsque le faisceau est normal au champ.

La formule précédemment donnée pour le coefficient d'absorption de la vibration normale au champ, et les courbes construites d'après cette formule théorique montrent que, pour un même champ magnétique et les mêmes électrons, les bandes sont d'autant moins modifiées par le champ magnétique que les coefficients d'amortissement des mouvements vibratoires des électrons sont plus grands, c'est-à-dire que la largeur des bandes est plus considérable *non seulement dans le spectre que l'on observe, mais aussi dans le spectre longitudinal* (correspondant à la vibration parallèle au faisceau); d'autre part, les déplacements des maxima des bandes sont d'autant plus petits que les longueurs d'onde des bandes correspondant aux mêmes électrons dans ces deux spectres sont plus différentes.

1° Dans ces conditions, orientons l'axe de la tysonite parallèlement au faisceau, de manière à observer le spectre de la vibration ordinaire normale au champ, le spectre longitudinal étant alors le spectre extraordinaire.

Parmi les bandes sensibles au champ et situées dans la région visible avec l'oculaire, les bandes $507^{\mu\mu},5$ et $510^{\mu\mu},9$ sont extrêmement larges et floues dans chacun des deux

(1) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus,* 19 novembre, 3 et 10 décembre 1906.

spectres; les bandes $517^{\mu\mu},6$ et $523^{\mu\mu},4$ du spectre ordinaire ne se retrouvent pas à la même place dans le spectre extraordinaire; seule la bande $674^{\mu\mu},2$ est dans des conditions assez favorables pour présenter une modification visible, car elle occupe presque exactement la même position dans les deux spectres, sans que sa largeur soit bien considérable dans chacun d'eux : on doit donc s'attendre à la trouver plus sensible que les autres. Effectivement, cette bande $674^{\mu\mu},2$ est la seule pour laquelle le changement est visible; elle donne un élargissement dissymétrique, le maximum se déplaçant vers le rouge : ce sens était prévu par la théorie, la bande correspondante du spectre extraordinaire étant du côté du violet.

2° L'axe étant orienté normalement au champ et au faisceau, la bande extraordinaire $674^{\mu\mu}$ est également modifiée : elle s'affaiblit et s'étale légèrement. On trouve encore dans ce cas deux autres bandes extraordinaires, à peine perceptibles dans le spectre ordinaire, $676^{\mu\mu},0$ et $625^{\mu\mu},0$, qui s'élargissent en diminuant d'intensité : la bande $676^{\mu\mu},0$ s'étale vers le violet, ce qui est encore le sens conforme à la théorie, car la bande correspondante du spectre ordinaire est du côté opposé.

3° Pour la vibration ordinaire ou extraordinaire parallèle au champ, on ne peut donner aucune prévision théorique. La bande $674^{\mu\mu},2$ du spectre ordinaire s'élargit et la bande extraordinaire $625^{\mu\mu},0$ donne un doublet très écarté, *de* $0^{\mu\mu},5$ *dans un champ de* 28000, la composante la plus forte étant vers le rouge.

Il est important de constater que le second cristal dans lequel il a été possible d'obtenir un déplacement des bandes présente comme le premier une exception à la loi générale observée dans les gaz et les vapeurs, où les raies correspondent toutes à des électrons négatifs. Il ne faudrait cependant pas se hâter de conclure que l'on se trouve certainement en présence d'électrons positifs. Il se pourrait en effet, en particulier dans ces cristaux contenant des corps magnétiques, que le champ change de sens à l'intérieur de certaines régions. Cette hypothèse a déjà été émise au début de ces recherches; mais, comme il paraît plus vraisemblable, surtout à cause de certains phénomènes présentés par le xénotime (¹), d'expliquer par des mouvements de charges de signes contraires la variabilité du sens dans lequel sont déplacées des vibrations circulaires de même sens, il me semble que l'on peut admettre, jusqu'à preuve du contraire, l'existence des électrons positifs.

La tysonite présente des phénomènes de polarisation rotatoire magnétique dont j'ai entrepris l'étude.

(¹) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 24 décembre 1906.

PHYSIQUE. — *Sur la préparation de l'hélium pur par filtration des gaz de la clévéite à travers une paroi de silice.* Note de MM. **Adrien Jaquerod** et **F.-Louis Perrot**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 789) nous avons attiré l'attention sur la facilité avec laquelle l'hélium diffuse à travers une ampoule de silice portée à haute température. Nos recherches sur la dilatation des gaz (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1032) nous ont montré en revanche que la silice est parfaitement imperméable aux autres gaz, à l'exception de l'hydrogène et, peut-être, de l'oxyde de carbone, jusqu'à la température de 1067°. Ces observations nous ont conduits à une méthode de purification de l'hélium qui peut présenter un certain intérêt, étant donnée la difficulté de la méthode chimique ou des autres procédés employés jusqu'ici.

Une ampoule de silice, prolongée par un tube capillaire de même substance, est logée à l'intérieur d'un tube cylindrique en platine, d'un diamètre peu supérieur, obturé par une lame métallique laissant passer le tube capillaire; un joint à la cire à cacheter assure l'étanchéité absolue. Des tubulures appropriées permettent de faire le vide dans l'espace annulaire compris entre le platine et la silice, ainsi que dans l'ampoule, ou d'y introduire un gaz. L'appareil est chauffé vers 1100° dans un four à résistance de platine, à l'exception du joint de cire à cacheter, qui est refroidi par un manchon dans lequel circule l'eau froide. Enfin, l'ampoule de silice peut être mise en communication, au moyen d'un robinet, avec un gazomètre à mercure.

Le vide est fait tout d'abord d'une façon complète dans les deux enveloppes, au moyen de la pompe à mercure; puis, l'hélium brut, provenant de la calcination de la clévéite, est introduit dans le tube de platine à une pression un peu supérieure à la pression atmosphérique, de façon à hâter la diffusion. En ajoutant à cet hélium impur 5 à 10 pour 100 d'oxygène, on fixe, sous forme de vapeur d'eau ou d'acide carbonique, l'hydrogène et l'oxyde de carbone qui pourraient s'y trouver.

Au bout de quelques minutes un manomètre, relié à l'ampoule de silice, indique que le gaz commence à diffuser. La pression monte d'une façon tout à fait régulière et, au bout de 2 à 3 heures, une portion d'hélium pur peut être introduite dans le gazomètre.

Le débit du gaz, dans les conditions de l'expérience (volume de l'ampoule de silice, 42^{cm^3}) est assez lent; il correspond à environ 1^{cm^3} d'hélium pur à l'heure. En revanche la méthode, une fois l'appareil monté, est d'une conduite très simple, et la purification semble parfaite. En effet, l'examen spectroscopique du gaz n'a laissé observer que les raies caractéristiques de l'hélium, extrêmement brillantes; les bandes de l'azote, pourtant si facilement visibles, étaient complètement absentes. Seule la raie rouge (H) de l'hydrogène se laissait apercevoir, extrêmement faible. Elle provenait

selon toute probabilité de traces d'hydrogène retenues par les électrodes d'aluminium du tube de Plücker; on sait en effet quelle difficulté on éprouve à obtenir la disparition complète du spectre de ce gaz, toujours le dernier présent dans un tube spectroscopique dans lequel on fait le vide.

En résumé, la diffusion de l'hélium à travers la silice à haute température offre un moyen relativement aisé de préparer ce gaz à l'état de pureté. Les expériences précises confirment en outre le fait que la silice est imperméable aux autres gaz jusqu'à la température de 1100°.

CHIMIE. — *Absence de nutrition dans la formation des plantes artificielles de Leduc.* Note de MM. **Charrin** et **Goupil**, présentée par M. d'Arsonval.

Les expériences relatives à la genèse de plantes artificielles, récemment publiées par M. Leduc, ont soulevé des discussions. En dehors du côté historique que nous négligeons, ces discussions ont porté, non sur ces expériences elles-mêmes, faciles à reproduire, mais sur certaines interprétations formulées, ou sur la portée que quelques-uns ont eu tendance à leur attribuer. C'est que, en effet, l'intérêt de ces constatations réside surtout dans la valeur de ces interprétations. Pour juger ces manières de voir, et malgré la facilité des prévisions, des faits nous ont semblé utiles.

A propos de ces productions, on a prononcé le mot de *nutrition*, expression très grosse de conséquences, car la nutrition c'est la vie. A la rigueur, des corps inorganiques, par exemple, des cristaux, sont susceptibles de donner au moins l'illusion du premier et du troisième temps de cette opération physiologique; toutefois, ils ne sauraient réaliser le deuxième. Quand, dans un milieu saturé, prend naissance une masse cristalline, cette formation croissante peut simuler l'apport. De même, sa désagrégation, sa dislocation rappellent le troisième temps, le départ, le rejet, la désassimilation. Mais, de près ou de loin, en apparence ou en réalité, aucune phase ne correspond au deuxième temps, à l'assimilation.

Cette assimilation ne consiste pas, en effet, uniquement à incorporer aux tissus des éléments identiques à ceux qui les constituent; elle a aussi pour fonction, avant de les introduire dans le protoplasma, de transformer en de tels éléments des principes analogues et plus encore, différents. C'est avant tout le pouvoir de faire sa propre substance avec des produits initialement autres que cette substance qui caractérise l'assimilation; l'addi-

tion de matériaux de même nature est susceptible de relever d'un mécanisme purement physique. Remarquons que forcément la quantité du corps métamorphosé et assimilé diminue, et, suivant toutes probabilités, le poids de l'ensemble (graine, plante artificielle, milieu) doit varier. Évidemment, pour nombre de motifs, il était permis de penser qu'on se trouvait en présence de phénomènes physico-chimiques, relevant des pressions osmotiques, de la diffusion, des précipitations, etc. Néanmoins, conformément à la méthode expérimentale, examiner comment se passent les choses nous a paru préférable.

Expérience I. — A l'aide du sulfate de cuivre et du sirop de sucre, on prépare des graines artificielles de Leduc. On les ensemence dans un milieu contenant du chlorure de sodium à 10 pour 1000 mélangé, à parties égales, à une solution de ferrocyanure de potassium à 1 pour 30; l'addition de gélatine est facultative.

On place le tube contenant ces divers produits sur le plateau d'une balance de précision; on met obstacle à l'évaporation et, d'heure en heure, on relève le poids; la pseudo-plante mesure $0^{cm},25$.

A aucun moment, nous n'avons noté une appréciable variation de poids.

Expérience II. — On dose le sucre des graines artificielles, puis, dans les conditions de l'expérience I, mais sans user de la balance, on sème une de ces graines. On obtient une sorte d'arborescence de $0^{cm},75$ de haut.

En raison de quelques difficultés tenant au cuivre et au ferrocyanure de potassium, on pratique un grand nombre de fois, et en ayant recours à plusieurs procédés, le dosage du sucre. Après interversion du saccharose, on utilise, soit le polarimètre, soit la liqueur de Fehling, soit encore la levure de bière. Or, ces divers dosages n'ont pas permis de révéler de variations appréciables.

Il n'y a donc pas eu utilisation du sucre [1]; partant, la nutrition ne s'est pas opérée, la vie ne s'est pas manifestée.

Ces résultats mettent un terme aux interprétations qui, sans base aucune autre que l'apparence, auraient pu donner cours à des notions de haute portée, malheureusement, dans l'espèce, purement imaginaires.

---

(1) La répartition du saccharose en nature se ramène à un mécanisme de diffusion. La dose initiale, si minime, devrait parfois suffire à un grand développement. La gélatine supprimée, où prendre la matière albuminoïde?

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de synthèse des dérivés quinoléiques.* Note de M. **L.-J. Simon.**

Considérons la molécule azotée représentée par le symbole général

$$(\mathrm{I})\qquad \begin{array}{l} \mathrm{R-CH-NH-R'} \\ \quad\;\;\, | \\ \mathrm{A-CH-CO-B} \end{array} \quad \text{ou} \quad \begin{array}{l} \mathrm{R-CH-NH-R'} \\ \quad\;\;\, | \\ \mathrm{A-C=C(OH)-B} \end{array},$$

dans lequel R représente un radical aromatique, tel que C^6H^5 ou $C^{10}H^7$. L'élimination d'une molécule d'eau entre l'oxhydryle énolique et un atome d'hydrogène du noyau aromatique fournit un dérivé dihydroquinoléique; par déshydrogénation on a finalement le dérivé quinoléique

$$\begin{array}{c} \mathrm{B} \\ | \\ \mathrm{C} \\ \mathrm{C^6H^4}\langle \begin{array}{l} \;\diagup\!\!\diagdown\mathrm{C-A} \\ \;\diagdown\,|\,\mathrm{CH-R} \end{array} \\ \mathrm{NH} \end{array}, \qquad \begin{array}{c} \mathrm{B} \\ | \\ \mathrm{C} \\ \mathrm{C^6H^4}\langle \begin{array}{l} \;\diagup\!\!\diagdown\mathrm{C-A} \\ \;\diagdown\,|\,\mathrm{C-R} \end{array} \\ \mathrm{N} \end{array}.$$

On peut fonder plusieurs modes génétiques de la molécule azotée (I) sur l'extension aux combinaisons non saturées du mécanisme classique de l'aldolisation. Chacun sait que dans ce cas l'oxygène aldéhydique cesse d'échanger deux valences avec le carbone pour n'en plus échanger qu'une seule. Pour satisfaire l'autre il s'empare d'un atome d'hydrogène aux dépens d'une autre molécule carbonée ou azotée et les valences devenues libres sur chaque molécule s'échangent mutuellement,

$$\mathrm{R-CH=O+CH^3-R' = R-CHOH-CH^2-R'},$$
$$\mathrm{R-CH=O+NH^2-R' = R-CHOH-NH-R'}.$$

On sait que le plus souvent cette aldolisation est suivie du départ d'une molécule d'eau et l'on a finalement

$$\mathrm{R-CH=CH-R'},$$
$$\mathrm{R-CH=N-R'}.$$

Imaginons qu'à une molécule de ce genre on applique le même mécanisme qu'à l'aldéhyde d'où elle provient : la double liaison se rompt; un atome d'hydrogène provenant d'un autre corps carboné on azoté se fixe sur un des atomes de carbone de la double liaison et le reste de sa molé-

cule se fixe sur l'autre atome. Cette assimilation des groupes $C = C$ et $C = N$ au groupe $C = O$ n'est pas nouvelle. Elle a été, au moins pour le dernier cas, explicitement énoncée par Miller et Plöchl (1896), à propos de la question qui nous occupe. Dès lors on est conduit, entre autres modes génétiques de la molécule (I), aux deux suivants :

$$R - CH = N - R' + A - CH^2 - CO - B,$$

$$\begin{array}{l} R - CH + NH^2 - R' \\ \quad\;\; | \\ A - C - CO - B \end{array}$$

I. Envisageons le premier mode de synthèse :

1° $R' = C^6H^5$ $R = C^nH^{2n+1}$ $A + CH^2 = C^nH^{2n+1}$ $B = H$

Nous retrouvons là les synthèses de Döbner et Miller par l'action des bases aromatiques sur les aldéhydes en présence des acides chlorhydrique ou sulfurique.

2° $R' = C^6H^5$ ou $C^{10}H^7$ $R = C^nH^{2n+1}$ ou C^6H^5 $A = H$ $B = CO^2H$

Ce sont les synthèses de Döbner, par l'action des amines sur le mélange d'aldéhyde et d'acide pyruvique en solution alcoolique.

3° $R' = C^{10}H^5$ $R = C^6H^5$ $A = CO^2C^2H^5$ $B = CO^2C^2H^5$

C'est la synthèse à partir de l'éther oxalacétique et de la benzylidène-β-naphtylamine (Simon et Mauguin).

II. Envisageons maintenant le second mode de synthèse :

1°	$R' = C^6H^5$	$R = H$	$A = H$	$B = H$
	$R' = C^6H^5$	$R = CH^3$	$A = H$	$B = H$

Ce sont les synthèses de la quinoléine de Skraup à partir de l'acroléine, de la quinaldine à partir de l'aldéhyde crotonique.

2°	$R' = C^6H^5$	$R = CH^3$	$A = H$	$B = C^6H^5$
		$R = H$	$A = H$	$B = CH^3$
		$R = CH^3$	$A = H$	$B = CH^3$

On retrouve ainsi les synthèses des γ-quinoléines substituées (phényl-quinaldine, cincholépidine, diméthylquinoléine) effectuées par C. Beyer en 1886.

3°	$R' = C^6H^5$	$R = H$	$A = H$	$B = C^2H^5$
		$R = H$	$A = H$	$B = C^3H^7$

Ce sont les synthèses publiées tout récemment par MM. Blaise et Maire, et dont on voit la parenté avec les précédentes.

Remarques. — I. Les deux exemples cités n'épuisent pas les modes de synthèse possibles de la molécule (I) et, au surplus, n'englobent pas tous ceux qui sont actuellement connus pour les dérivés quinoléiques.

La conception sur laquelle pivote le second exemple, c'est-à-dire la fixation des amines sur les corps non saturés, est déjà ancienne; elle a été proposée pour la première fois par C. Beyer (*J. f. prakt. Ch.*, t. XXXIII, 1886, p. 393-425) et adoptée, au moins en partie, par von Miller. La conception sur laquelle repose le premier exemple m'est plus personnelle et m'a été suggérée par mes anciennes recherches sur l'acide pyruvique et par celles que je poursuis sur l'éther oxalacétique; elle est opposée aux vues de Beyer sur la même question.

II. La cyclisation de la substance fondamentale peut s'effectuer parfois dans un sens différent de la formation des dérivés quinoléiques. Dans le cas où $B = CO^2C^2H^5$ et $A = H$ ou $CO^2C^2H^5$, la condensation peut s'effectuer entre les groupes $CO^2C^2H^5$ et NH par perte d'une molécule d'alcool et l'on obtient alors les dérivés de la cétopyrrolidone (Schiff et Bertini, Simon et Conduché).

III. Si l'on prend en considération une molécule encore plus générale que celle que nous avons présentée au début de cette Note

$$\begin{array}{l} \begin{matrix} R \\ R_1 \end{matrix} \!\!>\! C - NH - R' \\ \qquad\quad | \\ A - CH - CO - B \end{array}$$

on peut rappeler son intervention, en particulier, dans l'action des amines sur l'acide pyruvique ou ses éthers (¹), soit pris isolément, soit en présence de l'éther oxalacétique (Böttinger, Simon) qui conduit, suivant les circonstances, à des dérivés quinoléiques ou cétopyrrolidoniques.

(¹) Je saisis l'occasion de consigner les doutes que m'ont suggérés les recherches que je poursuis seul ou avec mes élèves sur la véritable constitution des dérivés pyruvylpyruviques, que j'ai décrits antérieurement et qui sont plutôt à considérer comme des dérivés de la cétopyrrolidone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les conditions de stabilité des carbylamines.* Note de M. **H. Guillemard**, présentée par M. Arm. Gautier.

Dans une précédente Note [1] j'ai indiqué les méthodes que l'on peut employer pour doser les mélanges de nitriles et de carbylamines. En appliquant ces procédés à l'étude de l'alcoylation des cyanures métalliques, j'ai vu que si, dans nombre de ces réactions d'alcoylation, on n'obtient pas de carbylamines, on doit attribuer ce fait, non à ce qu'il ne s'en forme pas, mais à ce qu'elles se modifient dans les conditions de l'expérience, soit qu'elles s'isomérisent en se transformant en nitriles, soit qu'elles se combinent à quelqu'un des corps en présence pour former des composés qui ne sont plus aptes à les régénérer, soit qu'elles se décomposent. C'est ainsi que j'ai été amené à étudier leur stabilité en fonction des conditions expérimentales où elles prennent naissance. J'ai successivement examiné comment elles se comportent vis-à-vis des divers agents d'alcoylation et des cyanures métalliques, ainsi que sous la seule action d'une élévation graduelle de température.

1. *Action des agents d'alcoylation : a. Iodure d'éthyle.* — M. A. Gautier a montré que les carbylamines se combinent facilement aux iodures alcooliques pour donner des composés solubles dans l'eau. Mais ce savant, non plus que Nef et Liubavin, n'a pu réussir à isoler ainsi des produits d'addition définis. Je suis arrivé à un meilleur résultat en abandonnant très longtemps à la température ordinaire un mélange d'éthylcarbylamine en excès et de très peu d'iodure d'éthyle; dans ces conditions, on voit peu à peu le mélange se colorer en jaune, puis en rose, enfin en rouge brun. Si l'on distille dans le vide, on obtient à l'état cristallisé une petite quantité d'un composé iodé brun qui est la combinaison cherchée; le liquide distillé, d'abord incolore, ne tarde pas à se colorer, et peut fournir à nouveau le même composé iodé; la réaction est extrêmement lente, mais on évite ainsi la polymérisation qui se produit si l'on essaie de l'effectuer à chaud. Le corps ainsi formé, très soluble dans l'eau et les solvants organiques, est facilement décomposé à chaud par les acides et les alcalis; ces derniers en dégagent une base, que j'ai reconnu être la diéthylamine, et laissent un faible résidu d'oxalate. Le dosage d'iode m'a montré que ce composé répond à la formule $(C^2H^5NC)^2(C^2H^5I)^3$. En effectuant la réaction à chaud, je n'ai obtenu qu'un composé goudronneux beaucoup moins riche en iode et paraissant être, soit un mélange du corps précédent avec un polymère de la carbylamine, soit une combinaison de ce polymère et d'iodure d'éthyle.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 1158.

b. Sulfates alcooliques et sulfovinates. — Le sulfate neutre de méthyle, grâce à son acidité, détruit immédiatement les carbylamines; il en est de même des sulfovinates qui ne sont pas rigoureusement neutres.

2. *Action des cyanures métalliques.* — Les cyanures se combinent aux carbylamines en donnant naissance à des combinaisons dont la stabilité varie beaucoup suivant le cyanure employé. Tous ces composés se dissocient facilement sous l'action de la chaleur, et la distillation sèche du dérivé argentique fut le premier procédé autrefois employé par M. Gautier pour isoler les carbylamines. Ce composé argentique $AgNC.CNC^2H^5$ peut être considéré comme l'éther éthylique de l'acide argentocyanhydrique $AgNC.CNH$ acide déjà connu, dont le cyanure double d'argent et de potassium $AgNC.CNK$ est le sel de potassium; en effet, ce sel, chauffé avec du sulfovinate de potassium, réagit, non comme un sel d'argent, mais comme un sel de potassium, en donnant naissance au composé carbylamino-argentique. L'argentocyanure d'éthyle, soumis à l'action de la chaleur, se dissocie en cyanure d'argent et carbylamine au-dessous de 140°. Au-dessus de cette température, il dégage un mélange de nitrile et de carbylamine dans lequel la proportion de nitrile croît à mesure que la température s'élève. En chauffant ce sel en tube scellé à 160° pendant 4 heures, on détermine l'isomérisation totale de la carbylamine qui se transforme en nitrile ordinaire.

3. *Action de la chaleur sur les carbylamines.* — M. Gautier a fait voir que, lorsqu'on chauffe pendant longtemps les carbylamines vers 200°, elles se polymérisent partiellement, puis tendent à se transformer en nitriles. J'ai cherché, à l'aide de déterminations cryoscopiques et de dosages, à fixer, d'une part la marche des phénomènes de polymérisation et d'isomérisation en fonction de la température, d'autre part à déterminer le mode de condensation des carbylamines.

J'ai chauffé en tubes scellés, pendant un même temps, et à des températures graduellement croissantes, des quantités égales d'éthylcarbylamine; le contenu du tube était ensuite divisé en deux parts, dont l'une, mise en solution dans le benzène, servait aux déterminations cryoscopiques, tandis que dans l'autre je dosais la carbylamine et le nitrile formés. Ces expériences ont montré que le poids moléculaire de la carbylamine s'élève graduellement entre 100° et 160° pour décroître ensuite de 160° à 220°, et que la quantité de nitrile qui se forme croît régulièrement à partir de 140° jusqu'à 240°, température à laquelle l'isomérisation est totale. Il suit de là que, avant de s'isomériser, la carbylamine se polymérise et que ce polymère se détruit sous l'influence de la chaleur, en donnant naissance à une quantité de nitrile d'autant plus grande que la température est plus élevée; *mais cette réaction n'est pas réversible.*

En évaporant avec précaution l'excès de carbylamine, j'ai pu isoler une petite quantité de ce polymère, qui est un corps huileux très explosif; une détermination cryoscopique faite à l'aide du benzène m'a montré qu'il s'agissait d'un trimère.

De l'ensemble de ces faits on peut conclure, d'une part, que les carbylamines qui tendent à se former peuvent disparaître en se combinant aisément aux agents d'alcoylation qui leur donnent naissance si elles ne s'isolent pas à l'état de combinaison stable avec le cyanure, et que, d'autre part, elles s'isomérisent aisément sous l'action de la chaleur après avoir donné

naissance à un composé intermédiaire qui peut être soit leur combinaison avec un cyanure, soit un polymère apte lui-même à se changer en nitrile. Il est donc à prévoir qu'on n'obtiendra de carbylamine dans l'alcoylation d'un cyanure que si ce dernier peut donner, dans les conditions de la réaction, une combinaison stable avec la carbylamine naissante; dans tous les autres cas, on obtiendra soit un dérivé de la carbylamine, toujours impropre à la régénérer, soit un simple nitrile.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de dérivés du cyclohexane : 3.3-diméthyl- et 3.3.6-triméthyl-cyclohexanones*. Note de M. **G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication ([1]), j'ai montré qu'on pouvait obtenir synthétiquement les acides ββ-diméthyl et ββε-triméthylpiméliques par une série de réactions d'enchaînement très nettes.

Ces deux acides ferment très facilement leur chaîne en perdant de l'acide carbonique et en fournissant les hexanones correspondantes.

L'opération s'exécute par calcination du sel de calcium, le procédé classique bien connu. J'ai trouvé qu'il était beaucoup plus pratique de transformer l'acide en anhydride, au moyen de l'anhydride acétique, et de distiller lentement celui-ci à la pression ordinaire. Il se dédouble alors quantitativement en acide carbonique et en cyclohexanone ([2]).

$$
\begin{array}{c}
CH^3 \quad CH^3 \\
\diagdown \; \diagup \\
C \\
CH^2 \;\; CH^2 \\
CH^2 \;\; CO \\
\quad CH^2 - \overset{|}{O} \\
\qquad \overset{|}{CO}
\end{array}
\quad \rightarrow \quad
CO^2 +
\begin{array}{c}
CH^3 \quad CH^3 \\
\diagdown \; \diagup \\
C \\
CH^2 \;\; CH^2 \\
CH^2 \;\; CO \\
CH^2
\end{array}
$$

La ββ (ou 3.3) diméthylcyclohexanone déjà décrite par Léser, qui l'a obtenue en traitant l'acétylcyclométhylhepténone par la potasse aqueuse ([3]),

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLII, 30 avril 1906, p. 996.

([2]) Ce procédé présente un caractère tout à fait général et je l'ai utilisé pour l'obtention pratique d'un certain nombre d'hexanones et de pentanones.

([3]) *Bull. Soc. chim.*, t. XXI, p. 549.

est un liquide incolore mobile, d'une odeur de menthone. Elle bout à 173°. Sa semicarbazone cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles fusibles à 203° sur le mercure (198° d'après Léser).

Réduite par le sodium et l'alcool absolu, elle est convertie en un alcool

```
      CH³  CH³
        \ /
         C
   CH²/ \CH²
     |   |
   CH²\ /CH.OH
       CH²
```

identique à celui qui a été obtenu par A.-W. Crossley et N. Renouf, à partir de la 1.1-diméthyldihydrorésorcine. Cet alcool est un liquide huileux, d'une odeur camphrée, bouillant à 78° (15^{mm}) et qui se solidifie dans la glace pour fondre ensuite vers 12° comme l'indiquent Crossley et Renouf (¹).

La distillation lente de l'anhydride ββε-triméthylpimélique conduit de même à la ββε (ou 3.3.6) triméthylcyclohexanone, dont la constitution est très voisine de celle de la pulénone de Wallach et Kempe (²)

```
      CH³  CH³                CH³  CH³
        \ /                     \ /
         C                       C
   CH²/ \CH²               CH²/ \CO
     |   |                   |   |
   CH²\ /CO                CH²\ /CH²
       CH—CH³                  CH—CH³
   3.3.6-triméthyl-           Pulénone.
   cyclohexanone.
```

Cette nouvelle cétone est un liquide mobile d'une forte odeur de menthone; elle bout à 186°, sa semicarbazone fond à 170° sur le mercure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'érythrite naturelle.* Note de M. Lespieau, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 42) j'ai indiqué comment, parti du nitrile que fournit l'action de l'acide cyan-

(¹) *Chem. Soc.*, t. LXXXVII, p. 1487.

(²) *Lieb. Ann.*, t. CCCXXIX, p. 82.

hydrique sur l'épichlorhydrine, j'ai pu arriver à la butène-olide

$$\underbrace{CH^2 - CH = CH - CO}_{O}$$

et passer de ce composé à une lactone érythronique

$$\underbrace{CH^2 - CHOH - CHOH - CO}_{O}.$$

Le composé ainsi obtenu est sans action sur la lumière polarisée, mais l'existence dans sa molécule de deux atomes de carbone asymétriques, qui d'ailleurs ne sauraient se neutraliser l'un l'autre, permettait de supposer que l'inactivité tenait à la présence d'inverses optiques en quantités équimoléculaires.

D'autre part, si la stéréochimie permet de représenter quatre corps, répondant à la formule

$$\underbrace{CH^2 - CHOH - CHOH - CO}_{O},$$

elle prévoit que deux d'entre eux seulement peuvent provenir de la fixation de deux oxhydriles sur la butène-2-olide, précisément ceux où les oxhydriles sont du même côté du plan de l'anneau correspondant à cette chaîne fermée. Si j'avais réellement affaire à un mélange de ces deux isomères, l'hydrogénation de la lactone inactive devait donner l'érythrite inactive par nature.

J'ai pu vérifier ces conséquences de la stéréochimie en passant de la lactone inactive : 1° à une lactone lévogyre ; 2° à l'érythrite naturelle.

1° J'ai, en présence d'eau, additionné la lactone d'une quantité équivalente de brucine; celle-ci est entrée rapidement en dissolution. En soumettant le tout à des cristallisations fractionnées, j'ai pu séparer des érythronates de brucine dont les pouvoirs rotatoires ont varié de — 25°,3 (têtes) à — 34° (queues). Je ne crois pas, d'ailleurs, que ce soient les dernières limites que l'on puisse atteindre, mais la très grande solubilité de ces sels dans l'eau rend leur séparation difficile. Néanmoins, par l'action de la baryte, puis de l'acide sulfurique, j'ai pu retirer du sel — 25,3 une lactone présentant un pouvoir rotatoire de — 35°.

2° J'ai conduit l'hydrogénation de la lactone inactive comme on le fait d'habitude en ces sortes d'essais (emploi d'amalgame de sodium à 2,6 pour 100 en solution maintenue toujours légèrement acide). La solution acquiert rapidement le pouvoir de réduire la liqueur de Fehling, mais toujours très faiblement; si l'on n'emploie qu'une

fois et demie la quantité d'amalgame théoriquement nécessaire à la production d'érythrose, on obtient un sirop peu réducteur, qui donne avec la phénylhydrazine non pas l'érythrosazone, mais une hydrazide fondant à 145°, identique à celle que fournit directement la lactone primitive. Par contre, ce sirop, abandonné trois mois à lui-même, a laissé déposer des cristaux d'érythrite de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre. Ce sucre s'obtient avec un bien meilleur rendement (environ 30 pour 100) si l'on traite peu à peu la lactone par cinquante fois son poids d'amalgame, toujours en solution faiblement acide.

J'ai identifié le composé obtenu avec l'érythrite, par sa cristallisation en présence d'un germe d'érythrite, par son point de fusion qui s'est trouvé égal à 120°, qu'il soit seul ou qu'il soit mélangé d'érythrite, par son analyse, puis par la formation d'un acétal dibenzoïque, que j'ai également analysé, et qui s'est trouvé fondre à 195°-196°, comme celui décrit par Fischer.

Cette synthèse est en complet accord avec les vues stéréochimiques; on peut la rapprocher de la synthèse de l'acide tartrique indédoublable à partir de l'acide maléique. La lactone dont je suis parti appartient en effet à la série maléique, en fixant deux oxhydriles elle doit donner un mélange dédoublable, puisque les extrémités de sa chaîne d'atomes de carbone ne sont point les mêmes; mais l'hydrogénation, qui rend ces extrémités identiques chez les deux lactones hydroxylées obtenues, doit nécessairement conduire à un tétrol inactif.

BOTANIQUE. — *Sur la symbiose du Figuier et du Blastophage.* Note de M. Leclerc du Sablon, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les matériaux qui ont servi à mes observations sont des figues de la troisième récolte produites par des Caprifiguiers poussant spontanément dans le département du Gard. Ces figues commencent à apparaître au mois d'août, grossissent rapidement, restent tout l'hiver sur l'arbre et n'arrivent à leur complet développement qu'au printemps; elles ne sont jamais comestibles. En septembre, lorsqu'elles ont acquis environ la moitié de leur volume définitif, les ovules sont mûrs et les pistils, tous égaux et de faibles dimensions, laissent une large cavité au centre du réceptable.

Si, à ce moment, aucun Blastophage ne vient la visiter, la figue cesse de s'accroître et tombe; si au contraire, un Blastophage pénètre par l'orifice de la partie supérieure et dépose un œuf dans un certain nombre de fleurs, la figue continue à s'accroître; les pistils qui ont reçu un œuf grossissent rapidement et remplissent bientôt toute la cavité du réceptacle.

On sait d'ailleurs que l'œuf déposé se développe et prend à l'intérieur du pistil la place de la graine. J'ai étudié les transformations qui se produisent dans les diverses parties de l'ovule à la suite du dépôt de l'œuf de Blastophage.

L'œuf est en général déposé à la limite des téguments et du nucelle, quelquefois à l'intérieur même de celui-ci. Aussitôt après, le nucelle s'accroît rapidement et prend un aspect très particnlier; les cellules qui le forment deviennent irrégulières, leurs parois sont très minces et leur contenu clair. Puis le sac embryonnaire s'agrandit en digérant les cellules qui l'entourent. L'oosphère ne se développe pas en plantule, mais le noyau secondaire se divise et donne un grand nombre de noyaux qui tapissent les parois du sac. Les choses se passent donc, à ce dernier point de vue, comme s'il y avait eu fécondation. Des cloisons apparaissent ensuite entre les noyaux; tout autour du sac se forme ainsi une couche d'albumen qui s'épaissit bientôt, vers l'extérieur, en digérant le nucelle; vers l'intérieur, en rétrécissant peu à peu la cavité du sac.

Dans l'albumen jeune, chaque cellule renferme un gros noyau entouré d'un protoplasma finement granuleux; puis le protoplasma devient de plus en plus épais et se charge de matières de réserve, notamment de globules albuminoïdes qui se colorent d'une manière très nette par l'hématoxyline; le noyau devient alors très difficile à distinguer et se fragmente en plusieurs noyaux. Vers le milieu de l'albumen, la structure cellulaire est moins nette, le cloisonnement ne s'est, en général, pas propagé jusqu'au centre.

Pendant ce temps l'œuf du Blastophage s'est développé; l'embryon, entourant un vitellus peu abondant, s'agrandit d'abord lentement aux dépens du nucelle, puis arrive au contact de l'albumen et le digère à son tour. On voit alors, à l'intérieur des téguments de l'ovule, un embryon de forme ovoïde plus ou moins enfoncé dans l'albumen aux dépens duquel il se nourrit. L'albumen joue par rapport à l'embryon du Blastophage le même rôle qu'il jouerait par rapport à l'embryon du Figuier s'il y avait eu fécondation, et le Blastophage est disposé par rapport à l'albumen à peu près comme un embryon d'oiseau par rapport à son vitellus. En général, l'albumen est complètement digéré avant que le Blastophage ne soit arrivé à l'état adulte. Le Blastophage s'est donc substitué à la plantule du Figuier et se nourrit de réserves qui étaient destinées à cette dernière. C'est un exemple net de castration parasitaire.

Il est à remarquer que, dans ce cas, l'albumen se forme sans qu'il y ait eu fécondation; dans tous les ovules où un œuf est pondu, il y a, en effet, formation d'albumen, et l'Insecte qui a pondu l'œuf ne sort pas toujours d'une figue qui renferme des étamines; c'est donc un albumen parthénogénétique. Dans le cas de la fécondation normale, l'un des anthérozoïdes

féconde l'oosphère et l'autre le noyau secondaire; il en résulte deux embryons jumeaux : l'un qui devient la plantule et l'autre qui est l'albumen destiné à être digéré par la plantule. L'œuf du Blastophage produit le même effet que le tube pollinique au point de vue de l'accroissement extérieur de l'ovule; à l'intérieur, il ne détermine pas la formation d'une plantule qui serait pour lui un concurrent, il provoque seulement le développement de l'albumen qui doit lui servir de nourriture.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence du méthanal (aldéhyde formique) dans les végétaux verts.* Note de M. G. **Kimpflin**, présentée par M. Guignard.

On s'accorde généralement à regarder le méthanal comme un terme intermédiaire dans le processus de synthèse naturelle des hydrates de carbone.

Cependant l'état gazeux de ce corps et la facilité avec laquelle il se polymérise ont rendu sa caractérisation difficile.

Quelques auteurs se sont appliqués à montrer que l'on pouvait élever des plantes à l'abri de la lumière en leur fournissant du méthanal, soit à l'état d'oxyméthylsulfite de sodium, soit tel quel ajouté à une solution nutritive (Raoul Bouilhac) [1]. D'autres ont tiré de la présence de dérivés très voisins (méthanol, méthanoïque) dans les végétaux verts une preuve indirecte de sa formation au cours des phénomènes photochlorophylliens. Certains observateurs l'ont même caractérisé soit dans les produits de la distillation de sucs extraits des plantes, soit dans ces plantes elles-mêmes.

Nous avons repris la question et, comme réactif du méthanal, nous avons employé le méthylparamidométacrésol.

1° Ce corps donne avec le méthanal une coloration rouge [Thévenon [2] a déjà indiqué que le sulfate de méthylparamidophénol donne avec le méthanal une coloration rouge grenat qui permet de déceler des traces d'aldéhyde formique] et cette coloration

(1) Raoul Bouilhac, *Influence de l'aldéhyde formique sur la végétation de quelques algues d'eau douce* (*Comptes rendus*, 29 décembre 1902).

(2) Thévenon, *Sur un nouveau procédé de recherche de la formaldéhyde* (*Journal des intérêts scientifiques, pratiques et moraux des pharmaciens,* septembre 1905).

paraît caractéristique de cette aldéhyde; nous avons expérimenté, en effet, l'action de ce réactif sur d'autres aldéhydes et aussi sur quelques corps renfermant le groupement fonctionnel aldéhyde. Nous avons obtenu :

	Coloration.
Avec l'éthanal	Verte
le méthyl-2-butanal-3	Jaune rougeâtre
le buténal-2	Jaune clair
l'aldéhyde salicylique	Jaune
l'aldéhyde cinnamique	Orange
l'aldéhyde benzoïque	Nulle
le furfurol	Brun rougeâtre
le glucose	Nulle
le lactose	Nulle
le lévulose	Nulle

Cependant, les solutions aqueuses de ces trois derniers corps, soit à la longue, soit par l'action de la chaleur, prennent une coloration brune, mais cette coloration est identique à celle que prend dans les mêmes conditions une solution aqueuse de méthylparamidométacrésol.

Il faut remarquer enfin que, tandis que la plupart de ces colorations s'altèrent rapidement, la coloration obtenue avec le méthanal est assez stable.

2° Une solution concentrée de bisulfite de sodium additionnée d'un excès de méthylparamidométacrésol est introduite dans un long tube vertical se terminant par un tube capillaire effilé; le tube capillaire est introduit dans la feuille d'un *Agave mexicana*. La plante étant restée exposée à la lumière pendant quelque temps et le liquide ayant pénétré dans la feuille, on sectionne la partie imprégnée et on la plonge dans l'alcool absolu, puis on examine une coupe montée dans une goutte d'eau.

On constate alors, dans un grand nombre de cellules du parenchyme vert, la formation d'un précipité rouge qui se présente soit en traînées, soit en taches à contours plus ou moins réguliers et dont la couleur est identique à celle obtenue directement par l'action du méthanal sur le réactif en question.

Ceci peut s'expliquer de la manière suivante : le bisulfite de sodium pénétrant dans l'intérieur de la planche fixe le méthanal au fur et à mesure de sa production pendant l'assimilation chlorophyllienne. L'alcool absolu par déshydratation rend stable cette combinaison bisulfitique, qui se décompose ensuite sous l'action de l'eau; le méthanal se dégage alors et, se trouvant en présence du méthylparamidométacrésol, donne avec lui la coloration rouge caractéristique.

L'emploi de ce réactif nous paraît avoir l'avantage de ne pas détruire les tissus végétaux — inconvénient que présentent tous les réactifs renfermant de l'acide sulfurique concentré [par exemple, la solution de codéine dans H^2SO^4 concentré, ou bien encore la solution récemment proposée

par Grafe (¹) de diphénylamine dans H^2SO^4 concentré] — et nous pensons que peut-être, en perfectionnant ce procédé, on pourrait arriver à observer la localisation du méthanal dans les cellules végétales.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les substances actives du* Tephrosia Vogelii. Note de M. **M. Hanriot**, présentée par M. Arm. Gautier.

Les feuilles du *Tephrosia Vogelii* et de diverses espèces voisines sont employées pour la pêche par les indigènes de Madagascar et de la côte Est de l'Afrique. La plante froide est écrasée et la pulpe macérée avec un peu d'eau, puis disposée par paquets dans l'étang ou la rivière à courant peu rapide que l'on veut pêcher; le poisson ne tarde pas à être paralysé et à monter à la surface. On peut alors le prendre à la main et le consommer sans inconvénient.

J'ai fait venir des Iles Comores une grande quantité de ces plantes séchées à l'ombre, et j'en ai isolé divers principes définis; l'étude actuelle porte sur les feuilles.

Je me suis d'abord assuré que la dessiccation ne leur avait pas fait perdre leurs principales propriétés; toutefois, la comparaison entre l'activité du produit sec et des feuilles fraîches, mises obligeamment à ma disposition par M. Guignard, m'a montré que la plante fraîche, bien qu'élevée en serre, était beaucoup plus active.

L'extrait alcoolique des feuilles est distillé dans un courant de vapeur d'eau qui entraîne un liquide qui se sépare en partie par décantation du liquide distillé. Si l'on épuise la couche aqueuse par l'éther, celui-ci dissout une nouvelle quantité de l'essence et l'abandonne par distillation. Le liquide huileux ainsi séparé est le *téphrosal*.

La partie non distillable avec l'eau est évaporée à sec dans le vide, pulvérisée et épuisée par le chloroforme; celui-ci est précipité par addition de deux volumes d'éther; le liquide filtré est agité avec de la potasse caustique qui insolubilise une matière résineuse; puis on distille l'éther et l'on purifie le résidu cristallin par cristallisations répétées dans l'acétone bouillante, suivies de lavages avec de l'éther qui enlève une matière jaune. Finalement,

(¹) V. Grafe, *Ueber ein neues spezifisches Formaldehydreagens* (*Botan. Centralblatt*, n° 49, 1906).

on obtient des cristaux incolores qui constituent la *téphrosine*. Le rendement est environ de 1^g par kilogramme de feuilles sèches.

L'éther qui a servi aux lavages est fortement coloré en jaune; d'autre part, la masse résineuse insolubilisée par l'action de la potasse, étant décomposée par l'acide sulfurique étendu, puis épuisée par l'éther, fournit une nouvelle quantité de la même substance cristallisée en aiguilles jaunes.

Le téphrosal est un liquide très odorant, ayant pour formule brute $C^{10}H^{16}O$, volatil, mais se polymérisant. Il commence à distiller dans le vide vers 60° ($H = 0,02$), mais la majeure partie du liquide passe plus haut sans qu'il soit possible d'avoir un point d'ébullition absolument fixe. Ce corps est un peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool et surtout dans l'éther, la benzine et le chloroforme.

Sa solution aqueuse réduit à froid le nitrate d'argent ammoniacal et la liqueur cupropotassique; elle ramène au rouge la fuchsine décolorée par l'acide sulfureux. Ce sont là les réactions des aldéhydes; toutefois je n'ai pu isoler de produit défini par l'action sur ce corps de la phénylhydrazine, de l'hydroxylamine ou de la phénylsemicarbazide.

La téphrosine forme de petits prismes brillants, fusibles à 187°, volatils à haute température avec décomposition partielle; elle peut être distillée dans le vide sans s'altérer.

Par ébullition avec l'eau, elle est un peu entraînée, comme le montre le pouvoir toxique de la solution. Elle est presque insoluble dans l'eau, peu dans l'alcool à 96° (0,542 pour 100 en poids à 19°; 3,89 pour 100 à l'ébullition); elle est plus soluble dans l'acétone (6,02 pour 100 à 18°,5) et surtout dans le chloroforme (8,60 pour 100 à 18°,5).

La glycérine en dissout un peu : dans les expériences de toxicité que je relaterai plus tard, je me suis servi de solutions alcooliques ou glycérinées que j'additionnais de beaucoup d'eau; ces solutions, bien que très étendues, précipitaient partiellement et devenaient opalescentes.

La téphrosine n'est pas azotée; elle répond à la formule $C^{31}H^{26}O^{10}$. C'est un corps neutre, ne donnant pas de glucose par hydrolyse. Il n'est pas réducteur; par l'action de l'acide azotique à chaud, il m'a fourni exclusivement de l'acide oxalique.

En solution chloroformique, il s'unit à froid avec le brome; cette solution évaporée laisse un résidu jaune, très soluble dans l'éther dont il est précipité par addition d'alcool méthylique. Il cristallise, mais difficilement, et fond à 133°.

Divers auteurs ont déjà isolé des Légumineuses, et même d'un *Tephrosia,* des principes analogues doués de propriétés toxiques sur les Poissons. Notons la timboïne, retirée par Pfaff du *Timbo,* mélange du *Tephrosia toxicaria* et du *Paullinia pinnata*; la derride et la pachyrizide, isolées par Van Sillevold du *Derris elliptica* et du *Pachyrizus angulatus*. Le Tableau

suivant montrera que ces corps, malgré des analogies très grandes, ne sont pas identiques.

Téphrosine $C^{31}H^{26}O^{10}$.	Timboïne $C^{34}H^{32}O^{10}$.	Derride $C^{33}H^{30}O^{10}$.	Pachyrizide $C^{30}H^{24}O^{10}$.
Fond à 187°	Fond à 83°	Fond à 73°	Fond à 81°
Dérivé bromé fond à 133°	Dérivé bromé fond à 259°	»	»
Très peu sol. en éther	Sol. en éther	Sol. en éther	Très sol. en éther
Insol. en alcalis	»	Sol. en alcalis	Sol. en alcalis

On voit que la téphrosine serait l'homologue supérieur de la pachyrizide, comme la timboïne est celui de la derride, très soluble dans l'éther et reprécipitable par l'alcool.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Formation et distribution de l'huile essentielle dans une plante vivace.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

L'étude de la formation et de la distribution des composés odorants chez les plantes a déjà fait l'objet d'un certain nombre de Communications de notre part. Nous nous proposons d'examiner dans cette Note le cas d'une plante vivace, l'absinthe (*Artemisia absynthium* L.).

Des coupes ont été effectuées à diverses époques de la végétation : 1° le 26 septembre 1904, environ six mois après les semailles et longtemps avant la floraison; 2° le 10 juillet 1905, au début de la floraison; 3° le 4 août 1905, alors que la floraison est déjà avancée; 4° le 2 septembre 1905, à la fin de la floraison. A ce moment, les feuilles anciennes commencent de se dessécher, mais un grand nombre d'autres proviennent d'une abondante poussée nouvelle qui s'est produite vers la base.

Au premier stade (longtemps avant la floraison), *il y a prépondérance des feuilles. Les racines ne renferment pas encore d'huile essentielle. Quant aux feuilles, elles en contiennent une proportion notablement plus élevée que les tiges* (proportion onze fois supérieure), c'est là d'ailleurs un résultat tout à fait analogue à ceux que nous avons obtenus antérieurement avec d'autres plantes.

Au point de vue absolu, c'est aussi dans les feuilles que se trouve la quantité la plus importante d'essence.

Lors du *deuxième stade* considéré (début de la floraison) les tiges, organes de distribution, sont devenues prédominantes. *La racine, qui ne ren-*

fermait pas d'essence au premier stade, devient plus riche que la tige. Dans tous les organes, la proportion d'huile essentielle a augmenté. Dans la feuille, elle a doublé. La formation de l'essence par rapport à la matière sèche assimilée, entre le premier et le deuxième stade considérés, est demeurée sensiblement la même qu'au début de la végétation.

Depuis le stade précédent on constate que 61^{mg} d'essence se sont accumulés dans les racines de chaque pied; de plus, les inflorescences qui ont pris naissance récemment en renferment 327^{mg}. Dans chaque individu le poids de l'huile essentielle s'est accru : dans les tiges, de $132^{mg} - 26^{mg} = 106^{mg}$; dans les feuilles, de $535^{mg} - 341^{mg} = 104^{mg}$; dans la plante entière, de $1055^{mg} - 367^{mg} = 688^{mg}$.

Il y a eu, par conséquent, formation d'une quantité importante d'essence jusqu'au moment de la floraison. Mais cette formation coïncide avec un accroissement de la plante; et il convient de ne pas oublier que la proportion des matières odorantes par rapport à la matière sèche est demeurée ssnsiblement la même qu'au premier stade.

Au *troisième stade,* alors que la floraison est avancée, les inflorescences constituent une proportion plus importante de la plante, mais les tiges demeurent prédominantes. *L'accumulation de l'essence dans les racines devient de plus en plus manifeste.* Nous n'avions pas constaté de fait semblable dans le cas d'une plante annuelle. La proportion d'huile essentielle diminue sensiblement dans les tiges, dans les feuilles et surtout dans les inflorescences. En un mot, elle diminue dans la plante, que l'on considère la matière fraîche ou la matière sèche. *C'est donc au début du développement de la plante que se forment le plus activement les composés odorants.*

Pour chaque pied on constate, depuis le stade précédent : 1° qu'il s'est accumulé dans les racines $88^{mg} - 61^{mg} = 27^{mg}$ d'essence; 2° que le poids d'essence a baissé de $132^{mg} - 105^{mg} = 27^{mg}$ dans les tiges, de $535^{mg} - 301^{mg} = 234^{mg}$ dans les feuilles, de $327^{mg} - 272^{mg} = 55^{mg}$ dans les inflorescences, enfin de $1055^{mg} - 766^{mg} = 289^{mg}$ dans la plante entière.

La conclusion est qu'*il y a eu consommation de matières odorantes* par suite du travail de la fécondation. Elle est identique à celle à laquelle nous avons été conduits dans le cas d'une plante annuelle.

Une remarque s'impose ici au point de vue positif, remarque relative à l'intérêt de choisir d'une façon judicieuse l'époque de la récolte des plantes à essences. Dans les expériences dont nous relatons ici les conclusions, selon que la coupe est effectuée le 10 juillet ou le 4 août, chaque pied fournit 1055^{mg} ou seulement 766^{mg} d'essence; dans ce dernier cas on subit

donc une perte d'environ 28 pour 100 du précédent rendement absolu. En d'autres termes, nous arrivons à cette conclusion pratique qu'*il y a intérêt à empêcher la fécondation de la fleur, ou bien à extraire l'essence avant que ce travail ne soit accompli.*

Au *quatrième stade,* la floraison est achevée et *les feuilles ont pris une plus grande importance relative, à cause d'une poussée nouvelle qui s'est produite. Toute une partie de la plante se trouve ainsi renouvelée, rajeunie. La proportion d'huile essentielle dans la racine a encore augmenté d'une façon notable.* Dans la matière sèche de la tige, il y a une faible augmentation de la proportion d'essence; dans la feuille sèche, pas de variation sensible; dans l'inflorescence nous constatons une diminution, mais si nous examinons la plante entière nous observons que celle-ci, par suite de la poussée nouvelle, s'est enrichie en essence après avoir subi des pertes notables.

Dans les racines de chaque pied on trouve $105^{mg} - 88^{mg} = 17^{mg}$ de composés odorants de plus qu'au stade précédent. Par contre, le poids d'essence dans la tige a diminué de $105^{mg} - 57^{mg} = 48^{mg}$, tandis que chez les feuilles on constate une augmentation de $558^{mg} - 301^{mg} = 257^{mg}$ due à la poussée nouvelle, puisque la proportion de l'huile essentielle dans la matière sèche n'a pas varié. Dans les inflorescences, $272^{mg} - 218^{mg} = 54^{mg}$ d'essence ont disparu.

Si nous trouvons maintenant dans la plante entière $938^{mg} - 766^{mg} = 172^{mg}$ d'essence de plus qu'au stade précédent, c'est à l'apparition des feuilles nouvelles que cette augmentation doit être attribuée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action pharmacodynamique d'un nouvel alcaloïde contenu dans la racine de valériane fraîche.* Note de M. J. **Chevalier**, présentée par M. Armand Gautier.

De précédentes recherches effectuées sur le suc de la racine de valériane fraîche et sur les éthers du bornéol, recherches en collaboration avec M. le professeur Pouchet, nous avaient montré la nécessité d'admettre, pour expliquer l'action pharmacodynamique intense de cette racine, la présence dans cette plante fraîche de principes encore actuellement inconnus, soit doués de propriétés pharmacodynamiques énergiques, soit capables d'exalter le pouvoir physiologique des éthers du bornéol ou d'autres éléments de l'essence à laquelle on attribuait jusqu'alors les propriétés thérapeutiques de la plante.

J'ai donc recherché systématiquement dans la racine de valériane les

principes actifs susceptibles de déterminer les effets physiologiques et thérapeutiques provoqués par l'emploi du suc de la plante fraîche si différents de ceux déterminés par l'ingestion de l'essence, des éthers du bornéol ou des préparations galéniques fabriquées avec la racine sèche.

En opérant sur 250^{kg} de racine de valériane fraîche, nous avons vu que la constitution chimique de cette plante était complexe, et que, à côté de l'essence, cette racine contenait en outre un alcaloïde, un glucoside, une matière résineuse, tous produits actifs au point de vue physiologique et dont l'action pharmacodynamique propre intervenait pour la production des effets obtenus à la suite de l'emploi du suc frais de racine de valériane.

Cet alcaloïde et ce glucoside sont très altérables et disparaissent en partie lors de la dessiccation de la plante et pendant la fabrication des préparations galéniques. Ce fait, joint à la dissociation des éthers du bornéol dans les mêmes circonstances, permet d'expliquer la différence d'activité reconnue entre les préparations de racines fraîches et celles de racines sèches.

La présence d'un alcaloïde dans la racine de valériane avait déjà été signalée en 1891 par Worlizewski. Le glucoside n'a été jusqu'ici entrevu par personne. Ces deux principes actifs, du reste, n'existent dans la racine fraîche qu'en faible quantité et c'est, il faut le proclamer, grâce à leur activité pharmacodynamique que nous avons pu les mettre en évidence.

Dans cette Communication, nous nous attacherons seulement à l'étude physiologique de l'alcaloïde. Étant donnée la volatilité de ce corps il faut pour l'extraire opérer avec précautions sur la racine fraîche et éviter l'action prolongée de la chaleur et toutes les actions oxydantes qui donnent des produits résineux. La racine fraîche entière est plongée pendant 10 à 15 minutes dans de l'alcool à 80° maintenu à l'ébullition pour tuer l'oxydase très active qu'elle contient, puis pulpée et épuisée à chaud par le même alcool en présence de carbonate de chaux. On distille ensuite cet alcool dans le vide, à basse température, jusqu'à consistance sirupeuse. Cette masse est alors reprise par de l'alcool à 98° qui laisse comme résidu une assez forte quantité de matière résineuse. L'alcool est distillé dans les mêmes conditions, toujours en présence du carbonate de chaux; on obtient un sirop brunâtre doué d'une odeur piquante et poivrée qu'on épuise à froid après alcalinisation par de l'éther ou par de la benzine. L'éther distillé laisse comme résidu un liquide sirupeux constitué par un mélange d'une base soluble dans l'eau et d'une petite quantité d'essence insoluble dans ce liquide. On sature par de l'acide chlorhydrique dilué et l'on fait évaporer le liquide dans le vide où il cristallise. Étant donnée la petite quantité d'alcaloïde contenue dans la plante ($0^{g},15$ par kilogramme), nous n'avons encore pu l'identifier au point de vue chimique.

Chez le chien, non anesthésié, l'injection d'une dose de 1^{cg} à 2^{cg} par kilogramme est

suivie presque immédiatement d'une chute brusque de l'animal qui tombe comme une masse flasque, puis présente de l'opisthotonos sans contraction marquée des membres qui sont cependant en extension. Cet état dure quelques minutes, l'animal n'a pas perdu connaissance, mais pendant quelques secondes la respiration et les battements du cœur sont arrêtés, et il est complètement incapable de faire un mouvement. Puis l'animal fait de grandes respirations intermittentes, pénibles, diaphragmatiques et abdominales, les battements du cœur se régularisent, tout en restant toujours lents et forts, la paralysie généralisée disparaît et fait place à de la paraplégie, puis la respiration devient dyspnéique, fréquente, superficielle, et l'on voit se produire des vomissements et de la salivation profuse. A la suite, l'animal reste pendant un certain temps abruti, somnolent, affaissé, puis il se rétablit.

L'ingestion ou l'injection hypodermique ne font apparaître aucun de ces phénomènes tapageurs et passagers, mais déterminent seulement une diminution de l'excitabilité de l'animal et de la tendance au sommeil.

L'injection hypodermique est douloureuse, mais au bout de peu de temps on voit se manifester des phénomènes d'analgésie localisée. Une solution d'alcaloïde à 5 pour 100 détermine sur la langue une sensation d'anesthésie analogue à celle produite par une solution de cocaïne à 1 pour 100.

Si, chez le chien chloralisé, on injecte une solution très diluée d'alcaloïde (0,50 pour 100), lentement par la voie intraveineuse, on voit survenir une accélération passagère des contractions cardiaques, une légère élévation de la pression sanguine et de l'accélération des mouvements respiratoires; ces divers phénomènes durent seulement quelques secondes, puis il se fait brutalement une chute de la pression sanguine avec ralentissement ou même arrêt du cœur si la dose est un peu considérable ($0^g,01$ par kilogramme). A cet arrêt du cœur, qui peut durer plusieurs secondes et s'accompagne toujours d'arrêt respiratoire, succèdent quelques contractions cardiaques énergiques, lentes, espacées, puis, peu à peu, les mouvements cardiaques se régularisent, la pression sanguine s'élève graduellement, les contractions cardiaques conservant, pendant un certain temps, leur énergie exagérée et leur rythme très ralenti.

Tous ces phénomènes sont la conséquence de l'action énergique exercée par l'alcaloïde sur le bulbe et la moelle allongée; l'action irritante locale ne doit pas entrer en jeu, car, après section des pneumogastriques, cette chute de pression ne se produit plus et l'on constate seulement un léger ralentissement avec renforcement des contractions cardiaques. L'action prédominante est dépressive et paralysante, purement centrale; même à la suite de l'emploi de faibles doses, les noyaux d'origine du pneumogastrique sont paralysés alors que le bout périphérique est encore nettement excitable. Cette action dépressive ne doit pas se localiser seulement sur le bulbe, mais s'étend aussi au cerveau et à tout l'axe cérébrospinal, comme le montrent les phénomènes de somnolence et d'abrutissement qui se produisent quelque temps après l'apparition des symptômes bulbaires. Cette diminution de l'excitabilité des centres cérébraux permettrait d'inter-

prêter l'action thérapeutique des préparations de valériane fraîche dans le traitement de l'hystérie et surtout de l'épilepsie.

ZOOLOGIE. — *Sur la formation du squelette chez les Hexacoralliaires à polypier.* Note (¹) de M. **Armand Krempf**, présentée par M. Yves Delage.

Le processus cytologique de la sécrétion du calcaire chez les Hexacoralliaires à squelette n'a pas encore été exactement défini.

Heider le premier (1881) observa que le polypier de ces animaux était constitué par la juxtaposition de petits éléments calcaires qu'il nomma *calicoblastes*. Il attribua à ces éléments la valeur morphologique de cellules mortes après avoir subi une *calcification totale*.

Koch (1882) considère au contraire ce squelette comme se formant directement par les apports successifs de la sécrétion *extracellulaire* de la couche vivante appliquée sur lui.

Les recherches et les acquisitions faites depuis ont étendu nos connaissances sur sa structure et sa constitution, mais sans nous éclairer d'une façon définitive sur le mécanisme intime de sa formation. Les observateurs récents, suivant la nature de leurs travaux, se sont ralliés aux théories de Koch ou de Heider sans les modifier dans ce qu'elles ont l'une et l'autre d'essentiel et chacune d'elles compte encore à l'heure actuelle ses partisans et ses adversaires.

J'ai étudié récemment à ce point de vue une espèce (²) du genre *Seriatopora* fixée dans d'excellentes conditions de fraîcheur. Voici les résultats de mes observations et les conclusions auxquelles elles conduisent.

Il est facile de vérifier que le polypier de cet animal, conformément aux recherches de Heider, est formé par l'imbrication d'une multitude de petites écailles calcaires, elles-mêmes constituées par un faisceau de fibrilles de carbonate de chaux.

J'ai pu, en outre, mettre en évidence, par une décalcification conduite avec ménagement, le substratum de matière organique au sein duquel le calcaire de cette écaille a pris la forme solide.

Une très mince membrane limite chacun de ces éléments, tendant ainsi à lui donner

---

(¹) Présentée dans la séance du 14 janvier 1907.

(²) Cette espèce a été recueillie sur les récifs coralliens de la côte de Nha-Trang (Annam).

la physionomie d'une cellule. Après une action convenable des réactifs décalcifiants sur le squelette frais, l'ensemble de ces délicates trames organiques agglomérées forme une masse légère, translucide, semblable à de la gelée et d'une extrême fragilité (¹).

Il existe donc, contrairement à l'opinion de Gardiner (1900) qui n'a pu le déceler dans ses préparations, un substratum organique au squelette des Coralliaires.

Contrairement encore à l'opinion de Duerden (1904), qui admet l'existence d'une substance fondamentale, mais qui la considère comme homogène, cette substance a une constitution histologique nettement caractérisée qui réalise toutes les apparences d'une structure cellulaire.

Ces faits font perdre beaucoup de sa valeur à l'hypothèse de la sécrétion extracellulaire de Koch. Ils sembleraient donner pleinement raison à Heider, qui considère le polypier comme formé par l'accumulation de cellules calcifiées.

Il n'en est rien cependant; les écailles calcaires dont la juxtaposition forme le polypier ne sont pas des cadavres de calicoblastes. Elles n'ont pas la valeur de cellules.

On chercherait en vain à trouver à chacune d'elles (²) les restes d'un noyau qui la caractériserait comme telle.

Pour s'éclairer définitivement sur la signification morphologique de cet élément il faut assister à son évolution complète. Voici comment il se forme :

Dans l'ectoderme qui tapisse le squelette et qui consiste en une couche protoplasmique parsemée de noyaux où il est assez malaisé de définir les limites cellulaires, on le voit apparaître de place en place sous forme d'une petite masse fixant fortement les colorants nucléaires.

Il présente une fibrillation nette. Ses fibrilles bien individualisées sont en général régulièrement parallèles entre elles et le plus souvent disposées perpendiculairement à la surface de l'épithélium calicoblastique.

Sa forme est variable suivant les points du squelette où on l'observe. Tantôt elle affecte celle d'un petit parallélépipède assez régulier et aplati, tantôt elle rappelle celle

---

(¹) Cette substance ne résisterait pas aux manipulations les mieux conduites de la technique la plus délicate, sans la présence d'une Saprolégniée parasite qui perfore sa masse de ses filaments imbriqués, la pénètre en tous sens et lui constitue une véritable charpente.

(²) On rencontre cependant disséminés çà et là au milieu de ces écailles dépourvues de noyaux un petit nombre d'éléments nucléés. Ce fait intéressant trouve son explication dans cette Note même quelques lignes plus bas.

d'une écaille de Lépidoptère, quelquefois même celle d'une coupe comprimée suivant son axe vertical et creusée d'une cavité peu profonde.

On observe toujours, déjeté sur un de ses côtés, un petit noyau homogène et très chromophile.

Cet élément, arrivé à son complet développement, se calcifie intégralement. Il cesse alors de faire partie de la cellule encore vivante au sein de laquelle il s'est développé et se soude au squelette avec lequel désormais il fait corps.

Mais le noyau de la cellule qui l'a formé n'est pas entraîné avec lui. Il se retire au contraire au fond de la couche protoplasmique qui reste vivante, et après une période de repos dont je ne puis fixer la durée, il préside à l'élaboration d'un nouvel élément semblable au précédent.

Ce n'est qu'après avoir assisté à la formation d'un certain nombre de ces éléments qu'il se trouve englobé dans le dernier formé, définitivement extrait de la couche vivante et incorporé au squelette où les bonnes préparations permettent de le reconnaître.

Il a alors perdu à peu près complètement ses aptitudes chromophiles, mais il a conservé presque sans altération sa forme caractéristique et ses dimensions.

Dans les préparations que j'ai examinées et qui jusqu'à présent n'intéressent qu'une seule espèce, j'ai trouvé une moyenne de 150 écailles dépourvues de noyaux pour une écaille nucléée.

Si l'on était en droit de supposer qu'aucun des noyaux disséminés dans le squelette ne peut échapper à l'observation, il faudrait penser qu'un calicoblaste déterminé peut, pendant sa vie, produire un ensemble d'environ 150 écailles calcaires.

Ces données nouvelles fournissent l'explication de la remarquable rareté des divisions cellulaires dans la couche à calicoblastes dont l'activité fonctionnelle est cependant très grande en certains points.

En résumé et pour présenter les faits précédemment exposés sous une forme conciliante pour les deux histologistes dont les théories sont en opposition si formelle, on peut considérer chaque territoire cellulaire de la couche à calicoblastes comme fonctionnant à la façon d'une glande à sécrétion mérocrine, contrairement à l'hypothèse de Heider et conformément à celle de Koch, mais d'une glande à sécrétion figurée entièrement élaborée à son intérieur conformément aux vues du premier et contrairement à celles du second.

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la part qui revient à la branche anastomotique du spinal dans les propriétés physiologiques du pneumo-gastrique ou pneumo-spinal.* Note de MM. **F.-X. Lesbre** et **F. Maignon**, présentée par M. A. Chauveau.

On sait que le pneumo-gastrique, tel qu'il se présente dans la région cervicale, comprend la branche interne ou anastomotique du spinal qui s'y est réunie au niveau du ganglion plexiforme. Comme ce dernier se trouve

en général très près de la base du crâne, il est extrêmement difficile d'expérimenter sur les deux nerfs individuellement, avant leur réunion, et partant de déterminer leurs propriétés respectives. On est obligé d'opérer à l'intérieur même du crâne, sur leurs racines. C'est pourquoi Cl. Bernard imagina le procédé de l'arrachement du spinal.

Or, nous avons trouvé chez le porc une disposition anatomique particulière qui est extrêmement favorable à l'expérimentation. La branche interne du spinal, au lieu de se réunir immédiatement au pneumo-gastrique, s'accole simplement à lui sur une longueur de plusieurs centimètres, jusqu'au point où les deux nerfs se jettent dans le ganglion plexiforme, qui est situé loin de la base du crâne. Dans ce trajet, le spinal est en avant et en dehors du pneumo-gastrique. Rien n'est plus facile que de les isoler avec une sonde et de constater, pour chacun, les effets de la section et de l'excitation. Il convient toutefois d'être en garde contre deux causes d'erreur : d'une part, la diffusion du courant électrique d'excitation d'un nerf à l'autre, que l'on évite en excitant les nerfs aussi loin que possible du ganglion plexiforme avec un courant faible; d'autre part, la possibilité de phénomènes de récurrence, que l'on supprime au moyen de sections bilatérales, comme il sera exposé plus loin.

Les résultats obtenus peuvent se grouper de la manière suivante :

A. *Effets de la section de la branche interne du spinal* (*au-dessous du point d'émission du nerf pharyngien*). — 1° La section unilatérale de la branche interne du spinal paralyse la glotte du côté où elle a été pratiquée et entraîne la raucité de la voix. Le cœur s'accélère légèrement; 2° La section bilatérale du même nerf produit le relâchement des deux cordes vocales et l'aphonie. Le cœur subit une accélération considérable s'élevant jusqu'à 180 pulsations, ainsi que les mouvements respiratoires qui atteignent 60 à 70 par minute. Et ces accélérations persistent jusqu'à la mort, qui s'est produite 5 jours après l'opération.

A l'autopsie, on a trouvé des lésions de broncho-pneumonie résultant de fausses déglutitions, et une distension énorme de l'estomac, par des aliments qui avaient fermenté sans subir la moindre action digestive. Ces aliments étaient stratifiés dans l'ordre même où ils avaient été déglutis, ce qui implique une paralysie complète du viscère.

La section bilatérale de la branche interne du spinal est donc, chez le porc, incompatible avec une survie prolongée.

B. *Effets de l'excitation de la branche interne du spinal.* — L'excitation du bout central est sans effet.

L'excitation du bout périphérique produit :

1° Le ralentissement ou l'arrêt du cœur avec chute immédiate de la pression artérielle ;

2° Le rapprochement des cordes vocales avec occlusion énergique de la glotte;

3° La contraction de la couche musculaire des bronches, constatée à l'aide du dispositif de P. Bert consistant à mettre la trachée en rapport avec un tambour à levier;

4° La contraction violente de l'œsophage thoracique, de l'estomac et de tout l'intestin, rectum compris. Le pharynx et l'œsophage trachéal, recevant leur motricité du nerf pharyngien, ainsi que l'a montré M. Chauveau pour les solipèdes; le bœuf, le mouton, et le chien, restaient au repos, car le nerf pharyngien s'échappe du spinal au-dessus du point où nous avions pratiqué la section.

C. *Effets de l'excitation du pneumogastrique.* — L'excitation du bout central produit une vive douleur.

Pour éloigner toute cause d'erreur en ce qui concerne les effets de l'excitation du bout périphérique, il faut absolument couper au préalable la branche interne des deux spinaux. On constate alors que cette excitation est sans action sur le cœur, sur la motricité du larynx, des bronches et du tube digestif. Le pneumogastrique se comporte donc comme un nerf sensitif.

Lorsque les deux nerfs sont coupés d'un seul côté, on constate quelquefois que l'excitation de leur bout périphérique provoque de la douleur. Dans ce cas, l'excitation du bout périphérique du pneumogastrique produit des mouvements de la glotte qui pourraient faire croire à l'existence de fibres motrices; ces mouvements sont toutefois moins prononcés et moins nets que ceux déterminés par l'excitation du spinal. La douleur ne peut s'expliquer que par des fibres sensitives récurrentes provenant du pneumogastrique opposé, et les mouvements, par un phénomène réflexe ayant son point de départ dans l'excitation de ces fibres récurrentes et ses voies de retour dans le spinal opposé; ce qui le démontre c'est que la section de celui-ci supprime tout phénomène moteur.

D. *Effets de la section du pneumogastrique.* — La section unilatérale ne produit d'autre effet apparent que la douleur. La section bilatérale est suivie d'une grande accélération de la respiration, qui ne dure pas; dès que l'animal est relevé, cette fonction redevient et reste normale. Le cœur n'est pas troublé. Le sujet continue à vivre, à s'accroître et à engraisser; à peine observe-t-on une petite gêne de la déglutition qui peut s'expliquer par la suppression des excitations sensitives. Au bout de trois mois, on le sacrifie en pleine santé. L'autopsie ne décèle rien d'anormal; *aucun des muscles du larynx n'a subi de dégénérescence.*

La section double du pneumogastrique n'est donc pas incompatible avec la vie, contrairement à ce que l'on aurait pu croire avant cette expérience.

E. *Effets de la section du pneumogastrique d'un côté (au-dessus de l'émission du laryngé supérieur donnant le laryngé externe) et de la branche interne du spinal de l'autre côté (au-dessous de l'émission du pharyngien).* — L'animal survit très bien à cette section alterne. Deux mois après, on le sacrifie et l'on constate que, du côté de la section du pneumogastrique, tous les muscles du larynx, y compris le crico-thyroïdien, sont parfaitement sains, tandis que, du côté où la branche interne du spinal a été coupée, les muscles intrinsèques du larynx sont complètement dégénérés, pâles et atrophiés, à l'exception du crico-thyroïdien.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles expériences concernant la pathogénie de l'anthracose pulmonaire.* Note MM. G. **Kuss** et E. **Lobstein**, présentée par M. A. Chauveau.

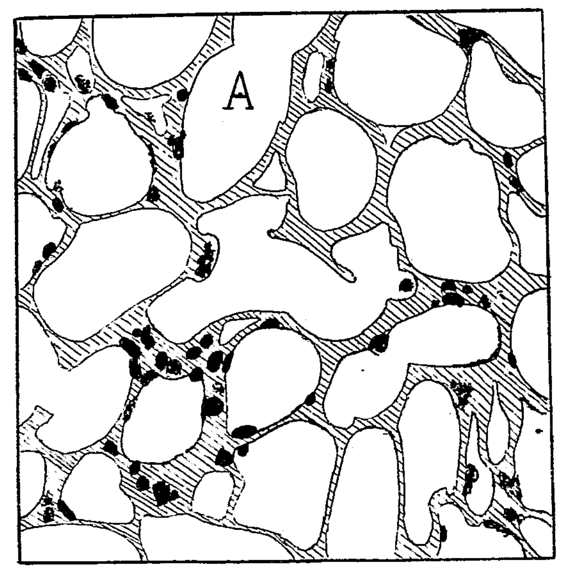
Dans une Note précédente (19 novembre 1906) nous avons établi que les fines poussières atmosphériques pénètrent très facilement dans les alvéoles pulmonaires et que les quantités de noir de fumée qui déterminent, par inhalation d'une fumée peu dense, une anthracose pulmonaire très marquée, ne produisent, par voie d'ingestion, ni anthracose mésentérique, ni anthracose pulmonaire.

A ces résultats MM. Calmette, Vansteenberghe et Grysez ont opposé plusieurs objections : d'après eux, les granulations de fumée n'arriveraient aux alvéoles que dans les inhalations qui se prolongent au delà de 1 heure; leur pénétration alvéolaire n'aurait donc pas lieu lorsqu'on respire transitoirement des poussières. Cette objection tombe devant ce fait que, dans nos nouvelles expériences, nous avons obtenu une anthracose pulmonaire et ganglionnaire très manifeste en soumettant le jeune cobaye à des inhalations de 20 minutes, répétées matin et soir pendant 3 semaines.

M. Calmette nous objecte surtout que les anthracoses pulmonaires aérogènes seraient de simples dépôts de suie tapissant la surface des voies respiratoires et que les granulations de charbon ne traverseraient pas les parois alvéolaires ; l'examen microscopique de nos préparations prouve que cette objection n'est pas fondée; la figure ci-après montre quelle était la localisation apparente de l'anthracose obtenue, chez un très jeune cobaye, après huit séances quotidiennes de 5 heures dans notre caisse d'inhalations. Le poumon contient un grand nombre de cellules très fortement chargées de poussières : les unes sont accolées à la paroi alvéolaire, les autres semblent être à l'intérieur des travées ; d'ailleurs la pénétration du charbon dans le parenchyme est certaine car nous avons trouvé une anthracose généralisée des ganglions bronchiques; celle-ci était due à coup sûr à l'expérience d'inhalation, attendu que, chez nos cobayes très jeunes, nous n'avons jamais trouvé d'anthracose spontanée.

Dira-t-on que cette infiltration anthracosique profonde du parenchyme pulmonaire s'était faite par voie intestinale? Mais, dans toutes nos expériences d'inhalation nous avons trouvé identiquement les mêmes résultats chez les cobayes très jeunes et chez les adultes et M. Calmette reconnaît lui-même que les ganglions mésentériques des jeunes animaux ne laissent

pas passer les poussières. D'autre part, dans nos expériences parallèles d'inhalation et d'ingestion, nous avons constamment trouvé le poumon normal chez les témoins qui avaient reçu, par ingestion, une dose de noir de fumée au moins équivalente à la quantité totale respirée pendant les inhalations. Il serait inexact d'attribuer cette immunité des témoins à ce que le noir de fumée recueilli avait perdu, par tassement sur notre filtre





Cobaye de 200g ayant inhalé une fumée peu dense pendant 40 heures. — Grossissement de 150 diamètres. — A : parenchyme pulmonaire infiltré de grosses cellules à poussières. B : ganglion trachéo-bronchique.

aérien, la ténuité qu'il présentait dans l'atmosphère enfumée. En effet, nous avons contrôlé nos premiers résultats, en faisant ingérer cette fois aux témoins une dose équivalente d'encre de Chine (dont 1^{cm^3} contient 7^{cg} de noir de fumée), les ganglions mésentériques sont demeurés absolument indemnes et les poumons n'ont pas présenté d'autre altération que la très faible anthracose microscopique qui existe spontanément chez beaucoup d'animaux.

M. Calmette nous oppose enfin des expériences qui lui sont personnelles et qui conduiraient à des conclusions inverses des nôtres; en faisant pénétrer dans l'intestin du cobaye 3^{cm^3} à 20^{cm^3} d'encre de Chine, il a obtenu, par absorption intestinale, une anthracose pulmonaire interstitielle qui serait la forme histologique réelle de l'anthracose pulmonaire spontanée. Par

contre, W. Schultze, puis Remlinger et Basset n'ont pas pu reproduire ces résultats.

Nous avons réalisé, comme M. Calmette, l'inondation de l'intestin grêle par l'encre de Chine, à la dose de 4^{cm^3} et plus généralement de 20^{cm^3} injectés directement dans le duodénum; deux fois nous avons préalablement lié le pylore pour assurer une imprégnation de l'intestin grêle plus complète et plus prolongée; en sacrifiant les animaux 12 heures après l'injection, nous avons obtenu constamment une anthracose mésentérique partielle, macroscopiquement appréciable; les poumons, à première vue, semblaient indemnes; néanmoins nous avons trouvé dans la plupart des cas, à la face interne des lobes supérieurs, un très petit nombre de nodules noirs sous-pleuraux, ayant un demi-millimètre de diamètre.

Ces petits nodules étaient dus à la réplétion des capillaires sanguins par des granulations anthracosiques; au voisinage de ces embolies capillaires, le tissu sous-pleural présentait une légère infiltration anthracosique des cloisons interalvéolaires; par contre les parties centrales des poumons et les lobes inférieurs étaient normaux.

Cette anthracose pulmonaire si limitée et si faible, caractérisée surtout par une injection des capillaires sous-pleuraux, est bien différente de l'anthracose spontanée des poumons. Pour la réaliser, il a fallu inonder l'intestin d'encre de Chine : or l'inhalation d'une quantité équivalente de fumée nécessiterait un séjour permanent de 10 jours dans notre caisse d'expériences, et produirait une anthracose massive totale du poumon. Par conséquent les conditions expérimentales réalisées par M. Calmette ne permettent pas de tirer des conclusions applicables à la pathogénie de l'anthracose pulmonaire spontanée.

Conclusions. — 1. L'anthracose pulmonaire physiologique, c'est-à-dire celle qui survient spontanément dans la vie ordinaire, se produit par inhalation et non par déglutition.

2. L'intestin normal n'est pas absolument imperméable aux granulations fines de noir de fumée : dans les conditions étiologiques des pneumoconioses professionnelles, cette très faible perméabilité intestinale permet quelquefois l'infiltration anthracosique des ganglions mésentériques; mais la quantité de poussières qui peuvent arriver par cette voie aux poumons reste absolument insignifiante et pratiquement négligeable.

PALÉONTOLOGIE. — *L'évolution des Cérithidés dans l'Éocène moyen et supérieur du Bassin de Paris.* Note de M. **Jean Boussac**, présentée par M. A. de Lapparent.

Dans le but d'établir des parallélismes rigoureux entre les différents termes de l'Éocène moyen et supérieur de l'Europe occidentale, j'ai cherché à suivre l'évolution de la faune de Mollusques, afin d'y déterminer ce qui revient en propre aux *mutations*, c'est-à-dire aux *faits d'évolution* sur lesquels nous pourrons ensuite baser nos déterminations stratigraphiques. La faune du bassin de Paris n'avait jamais été étudiée à ce point de vue.

Les Cérithes m'ont paru être des fossiles éminemment propres à ce genres d'études. Leur ornementation est souvent très compliquée et, d'autre part, leur évolution ontogénique est suffisamment lente, surtout dans les grandes espèces, pour que l'on puisse la suivre en étudiant la pointe de la coquille; on constate alors qu'il existe un certain nombre de groupes d'espèces, caractérisés chacun par un mode particulier de l'évolution de l'ornementation; ce sont des *séries* de formes dont on peut définir le degré de parenté, en déterminant ce qui est *variété, race et mutation,* et qui ne correspondent pas en général aux genres ou sous-genres actuellement proposés, car ils sont hétérogènes.

On peut toujours distinguer, dans le développement d'un Cérithe, après une phase embryonnaire, une phase pendant laquelle l'ornementation apparaît et évolue, et qui peut être elle-même, dans les grandes espèces, susceptibles de subdivisions; c'est cette phase qu'il est surtout important de connaître; puis vient le stade adulte, suivi lui-même parfois d'un stade gérontique (altération de la forme du labre dans les Campaniles). Je n'étudierai ici que les séries qui donnent les résultats les plus importants.

Série du C. giganteum *Lk.* (Campanile). — Les échantillons appartenant à cette série sont trop rares pour que l'on puisse suivre l'enchaînement des espèces; nous pouvons dire cependant que ces formes très évoluées et très compliquées donnent des résultats stratigraphiques importants : on peut distinguer une zone lutétienne à *C. giganteum, C. parisiense, C. Benechi,* et une zone bartonienne inférieure à *C. auversiense* et *C. cornucopiæ;* ce dernier se retrouve dans les couches à Cérithes du Cotentin et du Bois-Gouët.

Série du C. serratum *Brug.* — L'ornementation débute par trois rangées granuleuses, dont la postérieure se transforme en une rangée de tubercules, alors que les deux autres s'effacent; le labre est peu sinueux. *C. serratum* passe du Lutétien dans le Bartonien, et on le trouve au Bois-Gouët en compagnie d'une race spéciale, *C. claræ;* il donne naissance : 1° à (?) *C. mutabile* (S. M.) (¹) qui se retrouve à Fresville (Cotentin) d'après M. Cossmann, et dont *C. Renati* du Bois-Gouët n'est qu'une race;

(¹) S. M., sables moyens; S. C., sables de Cresne; C. G., calcaire grossier.

2° à *C. tuberculosum* (S.M.), dont *C. Brocchii* est une variété, et qui est représenté par une forme spéciale dans les sables de Cresne.

Série du C. semicoronatum *Lk.* — L'évolution de l'ornementation se passe à peu près comme dans *C. serratum*, mais le labre est un peu plus sinueux; en tout cas, ce sont deux séries étroitement apparentées. Cette série est représentée dans le calcaire grossier par trois espèces : a. *C. semicoronatum* (C. G.) se retrouve typique dans le Cotentin; b. *C. emarginatum* (C. G.) se retrouve un peu différent au Bois-Gouët, où *C. conoideum* auct. en est une variété; il est représenté par une mutation à Fresville; c. *C. conoideum* (C. G.-S. C.) n'est typique que dans le Lutétien; mais une variété, qui accompagne le type dans le Lutétien, monte jusque dans les sables de Cresne; c'est de lui que semble se détacher *C. submarginatum* (S. M., S. C.) dont on retrouve une race dans le Cotentin, et qui forme passage au *C. conarium* (S. M., S. C.); enfin le *C. cordieri* (S.M., S.C.) est peut-être aussi une mutation de la même forme; il se retrouve au Bois-Gouët, et est représenté par la race *occidentalis* Coss. dans le Cotentin.

Série du C. cinctum *Lk.* — Encore très voisine des deux précédentes. *C. cinctum* (C.G., S.M.) se retrouve dans le Cotentin avec la race *vincularis* C. et P.; *C. crassituberosum* des sables moyens et de Fresville semble en être une mutation.

Séie du C. denticulatum *Lk.* — Cette espèce (C.G.-S.C.) est lisse sur un grand nombre de tours, qui sont subulés; puis apparaissent trois rangées de granules fusiformes, dont la postérieure se développe en denticules aigus; les rangées antérieures disparaissent; elles persistent dans la var. *contiguum* (C.G.) qui donne *C. Hericarti* des sables moyens et de Fresville.

Série du C. tiara *Lk.* — L'ornementation débute par des côtes granuleuses, dont la partie postérieure s'élève peu à peu en tubercules, tandis que la partie antérieure s'efface peu à peu; le labre présente une échancrure caractéristique. *C. tiara* (C.G., S.M.) passe insensiblement à *C. Gravesi* (C. G..-S. C.); *C. Blainvillei* (C. G., S. M.), dont *C. Monthiersi* du Bois-Gouët n'est qu'une race, appartient à la même série et forme passage au *C. Bonelli* (C. G., S. M.) qu'on retrouve dans le Cotentin.

Série du C. filiferum *Desh.* — *C. filiferum* en Lutétien est remplacé dans les Sables Moyens par *C. globulosum*, qui semble en être une mutation, et qui se retrouve dans le Cotentin et au Bois-Gouët.

Série du C. lapidum *Lk.* — La pointe est très allongée, composée de tours étroits et convexes, ornés de deux carènes obtuses. Dans *C. lapidum* (C. G.-S. C.) type, la carène antérieure persiste et devient denticulée; il y a une variété à tours arrondis. *C. perditum* en diffère par la constance des carènes du jeune, qui persistent dans l'adulte, et par une dilatation singulière des derniers tours; c'en est une mutation, qui apparaît dans les Sables Moyens et qu'on retrouve au Bois-Gouët.

Série du C. echinoides *Lk.* — Cette série donne des résultats stratigraphiques très importants. Les trois ou quatre premiers tours sont carénés en avant, et portent trois filets simples; ils s'arrondissent ensuite et se couvrent de costules; en même temps les filets spiraux se transforment en carènes, denticulées à l'intersection des costules; les deux carènes postérieures continuent à se développer, tandis que l'antérieure disparaît. Il existe, dans l'adulte, une échancrure caractéristique du labre, qui est simplement sinueux dans le jeune. *C. echinoïdes* (C. G.-S. C.) a deux carènes longitudinales den-

ticulées; les carènes s'effacent et les denticules se transforment en tubercules arrondis chez *C. pleurotomoides* du Bartonien et du Cotentin (Fresville); ces deux espèces présentent, chacune à leur niveau, une var. *crenifera*. Dans certains individus de *C. pleurotomoides*, la rangée antérieure de tubercules disparaît; cette variété donne *C.* mut. nov. des sables de Cresne; d'autres échantillons de la même espèce n'ont aussi qu'une rangée de tubercules, mais ceux-ci ont une tendance à s'allonger en costules : c'est une transition vers *C.* n. sp. des sables moyens et du Cotentin; la même variété persiste dans les sables de Cresne et donne, dans la zone à *Ph. ludensis*, le *C. rusticum* Desh., caractérisé par ses costules distantes et comprimées,

Série du C. tricarinatum *Lk.* — J'ai déjà montré qu'à *C. tricarinatum* Lk succédait une mutation *crispiacensis* des Sables Moyens et du Bois-Gouët; de cette mutation se détache, dans le même niveau, *C. mixtum* qu'on retrouve dans le Cotentin.

Il résulte de l'étude de l'évolution des Cérithes dans le bassin de Paris : 1° que la couche de Mortefontaine appartient à la même zone paléontologique que les Sables Moyens; 2° que les sables de Montagny appartiennent à la même zone paléontologique que les sables de Cresne; 3° que la zone à *Pholad. ludensis* constitue une zone paléontologique aussi distincte que les sables de Cresne et que les Sables Moyens.

M. **H. Charlton Bastian** adresse une Note *Sur l'origine* de novo *des Bactéries,* Bacilli, Vibriones, Micrococci, Torulæ *et Moisissures dans certaines solutions salines, préalablement surchauffées, contenues dans des éprouvettes hermétiquement scellées.*

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

ERRATA.

(Tome CXLIII.)

—

Notes de M. *Jean Becquerel* sur les phénomènes magnéto-optiques dans les cristaux.

Par suite d'une erreur dans l'étalonnage d'un ampèremètre, les valeurs données dans plusieurs Notes pour l'intensité du champ magnétique doivent être multipliées par $\frac{4}{5}$ de sorte qu'il faut lire :

Séance du 26 mars 1906, page 778, lignes 17 et 32, 25440 *au lieu de* 31800.
» 9 avril 1906, page 876, ligne 2, 18240 *au lieu de* 22800.

Séance du 21 mai 1906, page 1145, lignes 10 et 14, 16000 *au lieu de* 20000.

» 3 déc. 1906, page 892, ligne 12, 25600 *au lieu de* 32000.

Séances du 21 mai 1906, page 1145, ligne 15; du 3 déc., page 892, ligne 22; du 10 déc., page 963, ligne 17, $\frac{e}{m} = 1,3 \times 10^8$ *au lieu de* $\frac{e}{m} = 1,1 \times 10^8$.

(Tome CXLIII, Séance du 31 décembre 1906.)

Note de M. *Houdard*, Solubilité du carbone dans le protosulfure de manganèse :

Page 1231, ligne 4 en remontant, *au lieu de* L'analyse du produit nous a donné Mn pour 100 : 63,22; S pour 100 : 36,78, *lisez* L'analyse du produit nous a donné Mn pour 100 : 63,19; S pour 100 : 36,61 (théorie Mn pour 100 : 63,22; S pour 100 : 36,78).

(Tome CXLIV, Séance du 7 janvier 1907.)

Note de MM. *Henri Moissan* et *Tosio Watanabe*, Sur la distillation des alliages d'argent et de cuivre, d'argent et d'étain, d'argent et de plomb :

Page 18, Alliage d'argent et de plomb, ligne 7, *au lieu de* 93,81 *lisez* 96,81.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 28 JANVIER 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Sur la constitution minéralogique du dôme récent de la Montagne Pelée.* Note de M. A. LACROIX.

La composition chimique de la lave de la récente éruption de la Montagne Pelée, contenant près de 20 pour 100 de silice libre, donnait une importance toute spéciale à la détermination des moindres détails de la structure du dôme, dont la production a constitué le trait géologique capital de l'éruption.

Aussi, pendant toute la durée de mes observations, en 1902 et 1903, me suis-je préoccupé de recueillir le plus de documents possible sur cette question, qui malheureusement ne pouvait alors être résolue directement. En effet, le dôme, dont je suivais jour par jour l'édification dans la vieille caldeira, est resté inaccessible pendant tout mon séjour à la Martinique et pendant longtemps encore plus tard.

J'ai donc dû me contenter de réunir une collection considérable des matériaux rejetés par les projections des paroxysmes et entraînés par chacune des nuées ardentes dont j'ai été le témoin. L'étude minutieuse de ces roches et des conditions dans lesquelles elles sont venues à ma portée m'a permis, dans un certain nombre de cas, d'établir un lien de cause à effet entre les phénomènes se produisant dans le dôme et quelques particularités de la composition minéralogique ou de la structure de leur pâte; je dis de leur pâte, car les phénocristaux, qui, eux, sont d'origine nettement intratellurique, pas plus que la composition chimique du magma, n'ont subi de variations notables au cours de l'éruption.

J'ai pu montrer ainsi [1] que ces roches, qui sont des andésites à hyper-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 792.

sthène, ont été produites sous trois variétés différentes, dont la pâte, suivant le cas, est constituée uniquement par du verre (obsidiennique ou ponceux) ne contenant que quelques cristallites, ou au contraire renferme des microlites feldspathiques, *avec ou sans cristaux de quartz*.

La coordination de toutes mes observations m'a amené à formuler ([1]) les hypothèses suivantes sur la structure intime du dôme :

Si les conclusions auxquelles me conduisent mes observations sont exactes, le dôme, après son refroidissement, sera constitué par un culot d'andésite à pâte quartzifère, plus ou moins complètement microgrenue, entouré d'une enveloppe d'andésite non quartzifère, avec prédominance du type III (microlitique) riche en tridymite. Cette enveloppe sera traversée par des veines d'andésite plus ou moins vitreuse, produites par la consolidation des apports que nous avons observés si souvent grâce à leur incandescence.

Le refroidissement des diverses parties de la carapace ayant été inégalement rapide, l'épaisseur de cette enveloppe non quartzifère doit être variable; il est probable que la partie la moins profonde du culot quartzifère est elle-même traversée par des veinules de cristallinité moindre, alors que son sommet fournira selon toute vraisemblance l'exemple de dykes quartzifères [restes de l'aiguille ou des rudiments d'aiguille de formation actuelle ([2])], émergeant de portions de la carapace moins cristallines qu'eux.... La facilité avec laquelle ces roches quartzifères sont émises à l'extérieur dans les périodes tranquilles de l'éruption actuelle est une nouvelle démonstration que cette carapace, non quartzifère et moins cristalline, est peu épaisse.

Il est vraisemblable que lorsque l'éruption sera terminée, si le dôme reste à découvert; l'érosion aura vite raison de la résistance de cette partie extérieure et que très rapidement le culot central quartzifère apparaîtra entièrement à nu. C'est probablement grâce à un mécanisme de ce genre que les pitons dacitiques du Carbet, sans doute formés à la façon du dôme de la Montagne Pelée, montrent surtout à nos yeux des dacites à pâte quartzifère, alors que, de loin en loin seulement, on y trouve des affleurements de dacite à pâte dépourvue de quartz, sans que, sur le terrain, il soit possible d'établir de distinction entre ces deux types de roche.

Le moment est venu de soumettre cette conception à une vérification directe. M. Guinoiseau, qui depuis dix-huit mois dirige l'Observatoire du Morne des Cadets, a bien voulu, avec l'autorisation de M. le Gouverneur Bonhoure, entreprendre plusieurs ascensions du dôme, aujourd'hui abordable, et y recueillir, suivant un plan méthodiquement concerté, une série

---

([1]) *La Montagne Pelée et ses éruptions*, 1904, p. 155 et 158.

([2]) Ceci a été écrit à la fin de l'année 1904; j'ai rencontré les premiers échantillons du type quartzifère provenant du dôme parmi des roches recueillies par le capitaine Perney, en janvier de cette année, au milieu de l'éboulis descendant d'une petite aiguille dans la haute vallée de la Rivière Blanche.

nombreuse d'échantillons prélevés sur tous les rochers qui émergent des talus d'éboulis. Les caractères extérieurs de ces roches étant sensiblement les mêmes et leurs variations minéralogiques ne pouvant être précisées que par l'étude microscopique, les collections ainsi constituées échappent à toute critique d'influence d'idées théoriques sur leur récolte. Une série d'échantillons, recueillis, à intervalles rapprochés, dans les éboulis de la rainure de l'ancien cratère et sur toute la périphérie du dôme, a apporté en outre une vérification des échantillons ramassés en place sur les rochers des crêtes.

Je tiens à remercier M. Guinoiseau de ce travail pénible, rendu parfois périlleux, par suite de la difficulté d'accès des rochers qui dominent des éboulis précipitueux.

L'étude de ces matériaux m'a permis de faire les constatations suivantes :

1° Les roches qui affleurent à la base du dôme, au voisinage de la rainure du vieux cratère, appartiennent aux types les moins cristallins de la collection, c'est-à-dire à celui qui est faiblement microlitique et pauvre en tridymite, et plus rarement à un type à verre, apparent à l'œil nu; aucune d'entre elles n'est quartzifère; 2° inversement, ces types ne sont pas ceux qui constituent les rochers du sommet; l'andésite de ceux-ci appartient au type microlitique le plus cristallin, riche en tridymite, et au type quartzifère; 3° ce dernier n'est point localisé sur l'emplacement des anciennes aiguilles; sa distribution n'est soumise à aucune loi; il se rencontre partout et constitue un peu plus du tiers des échantillons étudiés en lames minces (16 sur 43); il ne forme pas une roche spéciale, car il existe tous les passages possibles entre les échantillons très riches en quartz et ceux qui ne renferment pas ce minéral.

Ces observations comportent un certain nombre de conclusions :

Les rochers qui émergent des déblais de la base du dôme constituent un trait de structure datant des débuts de la formation de celui-ci; ils paraissent ne s'être modifiés depuis lors que par écroulement; or, on vient de voir qu'ils sont formés par des formes de refroidissement rapide du magma et ne contiennent pas de quartz. Ils représentent donc bien les restes de la carapace primitive.

Par contre, celle-ci a complètement disparu des crêtes [1] sous l'influence

[1] L'existence antérieure de cette carapace au sommet du dôme n'est pas une vue de l'esprit; je puis la démontrer par la nature des échantillons recueillis en octobre 1902

de causes diverses : localisation de l'activité éruptive dans le sommet à la fin de l'éruption, et notamment production de bourgeonnements et de phénomènes d'extrusion (aiguilles); émiettement consécutif au refroidissement; il est donc impossible de vérifier les hypothèses que j'ai faites sur la structure qu'a dû présenter cette carapace au cours de son existence éphémère. Par contre, on voit que le décapage du culot central s'est bien produit suivant mes prévisions; mais il s'est effectué avec une intensité et une rapidité que j'étais loin de supposer, puisque, moins de trois ans (¹) après la cessation de l'activité, le dôme a atteint la phase « pitons du Carbet » et cela, sans l'intervention d'une érosion proprement dite due à des agents extérieurs à lui-même.

Il est d'une importance capitale pour l'histoire des roches quartzifères de constater que la cristallisation d'une roche à pâte riche en quartz, presque holocristalline, peut se produire, sinon à l'air libre, du moins à une faible distance de celui-ci. Tant que l'andésite à pâte quartzifère n'avait été observée que parmi les produits éboulés d'aiguilles en voie d'extrusion, on pouvait, en effet, supposer que la portion du magma ainsi poussée au jour avait cristallisé dans l'intérieur du dôme à une profondeur assez grande; mais la rapidité avec laquelle la carapace, brusquement refroidie, a disparu des régions élevées du dôme, démontre que celle-ci n'a été que très mince et que par suite la cristallisation des roches à quartz libre, qui affleurent partout aujourd'hui sur les crêtes, a été forcément presque superficielle.

Nous avons en outre la preuve que les aiguilles successives, dont la production a été l'une des particularités les plus curieuses de l'histoire de ce dôme, n'avaient pas de racines profondes, car, aujourd'hui que le culot

---

au pied de l'échancrure du vieux cratère, dans la Rivière Blanche, et de ceux rejetés jusqu'en mars 1903; je n'ai observé parmi eux aucune roche quartzifère, mais seulement des types vitreux ou microlitiques, mais toujours pauvres en tridymite, quand ils renferment ce minéral.

Le type très vitreux, qui constituait la roche dominante parmi les blocs entraînés dans la Rivière Blanche jusqu'en mars 1903, ne se voit donc plus nulle part en place dans le dôme; les échantillons de la roche à verre apparent que j'ai signalés plus haut dans certains rochers de la rainure du cratère sont une étape de ce type très riche en verre vers le type microlitique.

(¹) L'état actuel est peut-être acquis depuis longtemps; peu de modifications importantes dans la forme du sommet du dôme, en effet, ont été signalées dans le *Bulletin du volcan* depuis 1904.

central apparaît à vif, il n'est plus possible d'y distinguer leur trace. De novembre 1902 à mars 1903, dans la période de rapide ascension de la plus importante de ces aiguilles, j'ai vu parmi les produits des nuées ardentes, qui lui empruntaient la plus grande part des matériaux transportés par elles, de nombreux blocs de brèches de friction, à grands éléments formés par l'andésite vitreuse. Je regarde ces brèches comme liées aux phénomènes d'extrusion; aussi avais-je spécialement appelé l'attention de M. Guinoiseau sur la nécessité d'en rechercher les restes dans le dôme; il n'en a rencontré nulle part [1], ce qui corrobore ma conclusion au sujet de l'origine superficielle des aiguilles; ces brèches, formées sans doute au contact de la carapace, ont dû disparaître avec elle.

Enfin, la nombreuse série de roches étudiées est encore intéressante au point de vue minéralogique; elle permet de montrer en effet que la production du quartz a été un phénomène continu, s'accentuant très certainement de l'extérieur à l'intérieur. Les échantillons les plus cristallins observés en place sont presque holocristallins et microgrenus, mais à grain très fin; une partie des blocs, que j'ai recueillis sur les bords du cratère après la grande éruption du 30 août 1902, correspondent à ces mêmes variétés, mais ils étaient accompagnés par d'autres qui forment une série de plus en plus cristalline, aboutissant à de vraies micronorites à gros grains. Celles-ci représentent très probablement la forme normale, réalisée dans la partie centrale du dôme, d'où les ont arrachées quelques explosions paroxysmales.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *La supériorité de la dépense énergétique inhérente à l'alimentation carnée, par rapport à la dépense qu'entraînent les régimes où prédominent les aliments à composition ternaire. Conséquences au point de vue de la théorie générale de l'alimentation.* Note de M. **A. Chauveau**.

En Physiologie, aucun fait n'est mieux établi que le fâcheux avantage attaché à l'usage alimentaire des albuminoïdes, quant à la valeur de l'énergie qu'exige leur utilisation. Mais aucun fait, d'autre part, n'est resté plus obscur dans son déterminisme. Il est curieux de suivre dans leurs tentatives

---

(1) Il faut faire exception pour un fragment, à aspect sableux, recueilli dans l'éboulis nord et qui est constitué par une brèche microscopique, peu cohérente, à éléments vitreux.

d'explication les auteurs qui l'ont, les premiers, constaté. Leur embarras se traduit très nettement. Cette constatation, en effet, ne s'accorde pas avec certains principes généraux, dont la légitimité ne leur paraît pas pouvoir être mise en doute. Et alors, comme il faut pourtant rattacher ce fait troublant à un mécanisme quelconque, on imagine des hypothèses, dont aucune n'échappe au reproche de continuer à laisser planer, sur la dépense qu'elles ont la prétention d'interpréter, le soupçon d'être parfaitement inutile et de représenter une consommation de luxe.

Les enseignements fournis par les résultats de mes expériences personnelles, instituées dans le but de contrôler l'existence du fait de la supériorité de la dépense énergétique inhérente à l'alimentation carnée, ne sont pas pour atténuer cette impression.

Ces expériences personnelles datent de 1898. Elles sont signalées dans l'article que j'ai donné au Volume du *Cinquantenaire de la Société de Biologie*, sous le titre suivant : *Le prolongement, chez le sujet alimenté, du processus de dépense énergétique de l'état d'inanition, d'après les échanges respiratoires, pendant le travail.*

Les expériences se prêtaient, en effet, à l'exploitation de ce point très délicat et très important de la physiologie générale de la nutrition. Mais elles avaient été instituées surtout dans l'intention de *comparer les dépenses d'énergie liées à l'utilisation des diverses catégories d'aliments par l'organisme animal.* Je ne saurais tarder davantage à faire connaître les intéressants résultats qu'ont donnés ces expériences.

Conditions de mes expériences personnelles. — Leur but direct a été la détermination des *relations qui existent entre la nature des aliments et l'activité des échanges respiratoires, pris comme témoins de la dépense énergétique qu'exige l'assimilation de la ration.*

On avait assuré l'exactitude des comparaisons entre les trois grandes catégories d'aliments, *albuminoïdes*, *graisses*, *hydrates de carbone*, en réalisant, dans toutes les expériences, l'identité de toutes les conditions auxquelles était soumis le sujet, sauf, bien entendu, du côté du régime. Et encore a-t-on eu soin de faire entrer constamment dans les rations la même quantité des mêmes albuminoïdes *vrais*, destinés à pourvoir aux besoins fondamentaux du renouvellement de la matière des tissus organiques.

Pour suffire à tous les besoins d'énergie qu'entraîne l'exécution des autres travaux intérieurs ou physiologiques, l'animal recevait un complément de ration, formé tantôt d'*hydrates de carbone*, tantôt de *graisse*, tantôt d'*albuminoïdes vrais*, en proportions qui avaient été jugées sensiblement

isotrophiques, dans des expériences préalables destinées au dressage du sujet. Cependant, il s'est accidentellement rencontré qu'au cours des expériences utilisées, l'équivalence nutritive n'a pas été rigoureusement obtenue. Mais les écarts étaient de très peu d'importance. Du reste, en la circonstance, la rigueur absolue importe peu, quand on donne, dans la ration, à l'élément variable qui fait l'objet de la comparaison, une large prépondérance sur la quantité *constante* d'albuminoïdes qui assure la régularité de la rénovation des tissus.

Dans la pratique des expériences, ce sont les quatre régimes suivants qui ont été étudiés comparativement sur le sujet d'expériences, un chien du poids moyen de 20^{kg}, 500 :

1° Alimentation nulle, comme point de comparaison;

2° Ration fondamentale de 500^{g} de viande crue, avec ration complémentaire de 168^{g} de sucre de canne;

3° Même ration fondamentale, complétée par 110^{g} de saindoux;

4° Même ration fondamentale, avec 700^{g} de viande crue comme complément.

Ces rations journalières étaient administrées le matin, en une seule fois.

Immédiatement après le repas, le chien était placé dans un calorimètre tournant, où le confinement de l'air ne laissait rien à désirer et permettait ainsi, grâce aux analyses faites à la fin de chaque séjour de l'animal, de déterminer avec une rare précision les quantités de CO^2 exhalé et de O^2 absorbé.

Enfin, les expériences ont été disposées en deux séries parallèles : *l'une pour le sujet au repos; l'autre pour le sujet soumis à un travail déterminé.* En introduisant cette condition nouvelle, on se procurait une occasion de s'assurer si, dans cette dernière série, il ne se produirait pas quelque particularité qui justifierait l'hypothèse courante sur la cause du surcroît de dépense attaché à l'usage alimentaire du potentiel-albumine, à savoir : la supposition d'une suractivité *utile* imprimée à l'ensemble des travaux physiologiques de l'organisme et due à une influence excitante spécifique de ce potentiel-albumine après sa pénétration dans le torrent circulatoire.

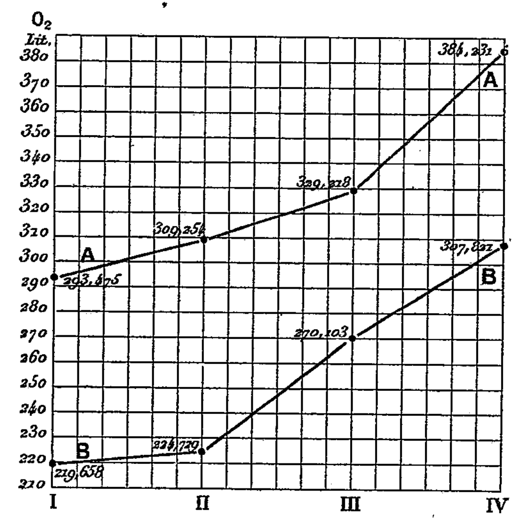
a. Expériences avec exercice musculaire. — L'exercice a consisté dans une course au trot de 15620^{m}, en 2 heures 20 minutes à peu près, sur la paroi circulaire de l'appareil, mis en rotation par un moteur extérieur. C'est 1 heure environ après le début du premier séjour que la course commençait.

b. Expériences pendant le repos complet. — Plus simples et plus faciles que les précédentes, elles ont été toutefois moins nombreuses. Elles ne comptent, en effet, qu'une seule unité dans toutes les séries du groupe. Ces expériences n'en sont pas moins instructives.

Les résultats, uniques ou moyens, de ces deux groupes d'expériences sont consignés dans le Tableau et le graphique ci-après :

Tableau des échanges respiratoires de 24 heures avec les quatre régimes.

Nature du régime.	Expériences du groupe *a* (sujet travaillant). CO² exhalé.	O² absorbé.	Expériences du groupe *b* (sujet au repos). CO² exhalé.	O² absorbé.
	l	l	l	l
I. Abstinence.........	211,361	293,475	166,483	219,658
II. Viande + sucre.....	264,633	309,254 (¹)	199,149	224,729
III. Viande + saindoux..	251,491	329,218 (²)	202,662	270,103 (³)
IV. Viande + viande....	306,102	384,231	227,423	307,821



Dans ce graphique, l'échelle des ordonnées représente, en litres, la quantité de O² absorbé. Sur l'axe des abscisses, se succèdent de gauche à droite : I, le régime de l'abstinence; II, le régime viande + sucre; III, le régime viande + graisse; IV, le régime viande + viande. — La courbe AA figure l'ascension de la dépense des journées pendant lesquelles le sujet a travaillé; la courbe BB, la même ascension chez le sujet au repos.

(¹) Moyenne de trois expériences.
(²) Moyenne de deux expériences.
(³) Chiffre un peu fort.

Ce qui s'impose le plus à l'attention, dans ce Tableau, ce sont les deux colonnes de chiffres indiquant les quantités d'oxygène consommé par le sujet, en corrélation avec la valeur de l'énergie dépensée. Aussi ces deux colonnes de chiffres ont-elles été mises en vedette dans les courbes du graphique.

Tableau et graphique montrent avec la plus grande netteté l'influence que la nature des aliments exerce sur la dépense énergétique nécessaire à leur utilisation par l'organisme. *Quand on part de la valeur de l'oxygène absorbé dans les échanges respiratoires pendant l'abstinence, on constate que le régime viande-sucre n'accroît que peu cette valeur. Le régime viande-graisse l'augmente davantage. Enfin l'accroissement de l'absorption de l'oxygène devient considérable avec le régime exclusif de la viande.*

Que le sujet reste au repos ou qu'il travaille, la consommation de l'oxygène suit donc toujours la même marche. Les courbes qu'on en dresse se développent dans la même forme. Une seule différence les distingue l'une de l'autre : la courbe A,A des expériences où le travail est intervenu se place à un niveau plus élevé que l'autre (B,B). C'est un effet de la dépense propre du travail. En s'ajoutant à celle de l'état de repos, avec sa valeur assez sensiblement constante, dans les quatre cas étudiés, cette dépense propre de l'état de travail accroît à peu près également la hauteur des quatre ordonnées figuratives de la dépense chez l'animal au repos : d'où la similitude des courbes.

Ces résultats ne permettent pas de douter que *l'utilisation des aliments dans l'organisme, c'est-à-dire leur digestion, leur absorption, leur assimilation, entraîne une surconsommation d'oxygène, indicative d'un accroissement de la dépense énergétique de l'économie animale : accroissement faible avec les hydrates de carbone, plus accentué avec les graisses et marqué, avec les albuminoïdes, au coin d'une indéniable et écrasante supériorité.*

De plus, la similitude des deux courbes de cet accroissement éloigne toute idée d'une utilisation quelconque, pendant le travail de la prétendue suractivité que provoquerait, dans le système musculaire, l'exploitation du potentiel-albumine de l'alimentation carnée. Dans les deux états de repos et de travail, le surcroît de dépense énergétique qu'entraîne cette exploitation se présente avec les mêmes caractères d'apparente *stérilité*, c'est-à-dire sans rapport aucun avec un surcroît quelconque de travail organique intime perceptible à nos moyens d'investigation. On ne remarque même pas les plus faibles apparences d'un tel surcroît d'activité intérieure. La supposition qui en a été faite n'est donc pas justifiée. Et, comme

il est anti-scientifique d'admettre, même temporairement, qu'une dépense d'énergie puisse être *inutile*, il faut chercher ailleurs la *cause nécessaire* du *fait nécessaire* de la supériorité de la dépense énergétique qu'entraîne l'assimilation de la ration exclusivement carnée.

Quelle que soit cette cause, il est évident qu'elle ne saurait s'accorder avec le principe simpliste de l'*isodynamisme*, tel qu'il a été formulé par Rubner. La constatation purement empirique du fait que cette cause aura à expliquer ne permet pas de laisser à ce principe, dans la *théorie de l'alimentation*, la place qu'il y occupe encore. On n'a plus le droit de se soustraire à l'obligation d'accepter la signification qu'emporte avec elle la constatation du surplus de dépense attaché à l'usage de l'alimentation carnée, au point de vue des principes généraux de l'énergétique biologique. Cette constatation dit très clairement que, *pour répondre aux besoins d'énergie de tous les travaux physiologiques de l'organisme, y compris ceux qu'active ou modère la température du milieu extérieur, les potentiels alimentaires, dans le milieu intérieur, ne se brûlent pas directement, sous leur forme première, en quantités inversement proportionnelles à leur chaleur de combustion.*

Cette conclusion est, dès à présent et sans plus ample informé, définitivement acquise. On peut s'y tenir d'une manière d'autant plus ferme, qu'elle ne résulte pas seulement de mes propres recherches. Les constatations de tous les autres expérimentateurs, même les plus rebelles à l'abandon de l'*isodynamisme*, sont unanimes à proclamer la grande supériorité de la dépense énergétique de l'alimentation carnée, chez les sujets maintenus dans le même équilibre de nutrition. Il serait même facile de rencontrer cette supériorité jusque dans les belles expériences de Rubner auxquelles nous devons les importants résultats qui ont démontré, pour la première fois, que la chaleur produite par l'organisme animal, n'ayant pas d'autre source que la combustion des potentiels quaternaires et ternaires de la ration, trouve ainsi sa mesure dans la chaleur de combustion de ces potentiels.

Rien ne saurait prévaloir contre cet enseignement unanime des faits par lesquels il a été constaté qu'au point de vue énergétique, le *potentiel-graisse est un peu moins avantageux que le potentiel-sucre et que le potentiel-albumine est beaucoup plus onéreux que les deux autres.* Ces faits conserveraient toute leur valeur et toute leur signification, même s'il n'était pas possible de les expliquer. Mais ce n'est pas leur cas. La supériorité de la dépense énergétique inhérente à l'alimentation carnée a sa raison d'être. Il me sera facile de démontrer que le *déterminisme* en est des plus simples et des plus précis.

MÉCANIQUE. — *Sur la propagation des quasi-ondes de choc.* Note de M. **P. Duhem**.

Dans une des Notes [1] que j'ai publiées à ce sujet, une faute de signe s'est glissée; cette faute, que M. É. Jouguet a eu l'amabilité de me signaler, a pour effet de modifier l'une des conclusions de la Note en question et de la rapprocher des résultats auxquels M. É. Jouguet est lui-même parvenu [2].

Si nous gardons les notations de la Note dont il s'agit, nous devrons remplacer l'égalité qui y porte le n° (11) par les deux égalités

$$E\Theta\rho_0\rho_1\frac{dS(\rho_1)}{d\rho_1}+\frac{K_1}{2\rho_1}=0, \tag{1}$$

$$K_1=[P(\rho_1)-\Pi_0]\rho_0+(\rho_0-\rho_1)\rho_1\frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1}. \tag{2}$$

En même temps, l'égalité (13) de la même Note doit être modifiée et remplacée par l'égalité

$$\left[\frac{d^3S(\rho_1)}{d\rho_1^3}\right]_{\rho_1=\rho_0}=\frac{1}{4ET_0\rho_0^3}\left[\frac{d}{d\rho_1}\left(\rho_1^2\frac{dP_1}{d\rho_1}\right)\right]_{\rho_1=\rho_0}. \tag{3}$$

De cette égalité se tire sans peine la conclusion suivante :

Si la valeur limite prise pour $\rho_1=\rho_0$ par la quantité $\frac{d}{d\rho_1}\left(\rho_1^2\frac{dP}{d\rho_1}\right)$ est positive, les seules ondes de choc qui puissent propager une discontinuité suffisamment petite sont des ondes condensées; ce sont des ondes dilatées si la même valeur est négative.

L'égalité (2) donne

$$\frac{dK_1}{d\rho_1}=\frac{\rho_0-\rho_1}{\rho_1}\frac{d}{d\rho_1}\left(\rho_1^2\frac{dP_1}{d\rho_1}\right). \tag{4}$$

Dès lors, on peut formuler les propositions suivantes si $\frac{d}{d\rho_1}\left(\rho_1^2\frac{dP_1}{d\rho_1}\right)$ garde, quel que soit ρ_1, un signe invariable :

Si $\frac{d}{d\rho_1}\left(\rho_1^2\frac{dP_1}{d\rho_1}\right)$ est toujours positif, une onde de choc condensée peut, quelle

---

[1] *Sur les quasi-ondes de choc au sein des fluides mauvais conducteurs de la chaleur* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 12 mars 1906, p. 612).

[2] É. Jouguet, *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz*, Chap. III (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 6e série, t. II, 1906, p. 37 et suiv.).

que soit la grandeur de la discontinuité, se propager dans le fluide étudié, et elle peut seule s'y propager; ces propriétés appartiennent au contraire à une onde dilatée si $\frac{d}{d\rho_1}\left(\rho_1^2 \frac{dP_1}{d\rho_1}\right)$ *est négatif quel que soit* ρ_1.

L'égalité (14) de la Note que nous corrigeons en ce moment donne ce résultat, déjà établi par M. É. Jouguet : La vitesse de propagation d'une onde de choc relative à une discontinuité infiniment petite est égale à la vitesse du son. D'ailleurs, la vitesse de propagation φ_1 d'une onde de choc rapportée au fluide 1 est donnée par l'égalité

$$\varphi_1^2 = \frac{\rho_0}{\rho_1}\,\frac{P(\rho_1) - \Pi_0}{\rho_1 - \rho_0}; \tag{5}$$

$$\frac{d\varphi_1^2}{d\rho_1} = \frac{\rho_0}{\rho_1(\rho_0 - \rho_1)}\left[\frac{2\rho_1 - \rho_0}{\rho_1}\,\frac{P(\rho_1) - \Pi_0}{\rho_1 - \rho_0} - \frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1}\right]. \tag{6}$$

En remarquant que, pour les valeurs de ρ_1 infiniment voisines de ρ_0, on a

$$\frac{P(\rho_1) - \Pi_0}{\rho_1 - \rho_0} = \frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1} + \frac{\rho_1 - \rho_0}{2}\,\frac{d^2P(\rho_1)}{d\rho_1^2},$$

on tire facilement de l'égalité (6) l'égalité

$$\left(\frac{d\varphi_1^2}{d\rho_1}\right)_{\rho_1 = \rho_0} = -\frac{1}{2\rho_0}\left[\frac{d}{d\rho_1}\left(\rho_1^2 \frac{dP_1}{d\rho_1}\right)\right]_{\rho_1 = \rho_0}. \tag{7}$$

Cette égalité, rapprochée des résultats précédents, nous montre que : *Tant que la discontinuité est suffisamment petite, la vitesse de propagation de l'onde de choc rapportée au fluide en aval est plus grande que la vitesse du son dans le même fluide ; on démontrerait de même que le sens de l'inégalité doit être renversé pour le fluide en amont.* M. É. Jouguet avait déjà obtenu ce théorème.

La grandeur qui joue le rôle essentiel en toute cette théorie est la grandeur

$$H_1 = \frac{d}{d\rho_1}\left[\rho_1^2 \frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1}\right].$$

M. É. Jouguet a considéré une grandeur analogue; elle diffère seulement de la précédente en ce qu'elle se rapporte à la loi de compression isentropique ordinaire, tandis que la grandeur H se rapporte à la loi de compression adiabatique d'Hugoniot.

Si, à la densité ρ, on substitue comme variable le volume spécifique $\omega = \frac{1}{\rho}$, la fonction $P(\rho_1)$ devient une fonction $\varpi(\omega_1)$ et l'on a

$$\rho_1^2 \frac{dP(\rho_1)}{d\rho_1} = -\frac{d\varpi(\omega_1)}{d\omega_1}, \qquad H_1 = \omega_1^2 \frac{d^2\varpi(\omega_1)}{d\omega_1^2}.$$

$-\frac{d\varpi(\omega_1)}{d\omega_1}$ est l'inverse du *coefficient de compressibilité cubique calculé au moyen de la loi d'Hugoniot*. La quantité caractéristique H_1 est donc positive, si ce coefficient est fonction croissante du volume spécifique ω_1, et négative dans le cas contraire.

M. **Poincaré** fait hommage à l'Académie de la première Partie du Tome II de ses *Leçons de Mécanique céleste*. Ce fascicule a pour objet le développement de la fonction perturbatrice.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Grand Lodge of Pennsylvania F. et A. M. Memorial Volume. Franklin, bi-centenary celebration.

ASTRONOMIE. — *Recherches sur l'orbite de la comète* 1819 IV (*Blanpain*) *et sur la possibilité de la capture de cet astre par Jupiter*. Note de M. **I. Lagarde**, présentée par M. Lœwy.

La comète 1819 IV est une comète à courte période découverte à peu près simultanément par Blanpain à Marseille et par Pons à Marlia. Elle a été observée, dans une seule apparition, à Marseille, Bologne, Milan et Paris. Les meilleurs éléments connus de son orbite sont dus à Encke (*Berliner Jahrbuch* pour 1824). D'après ces éléments la durée de la révolution est de 4,8 ans et l'orbite se trouve entièrement à l'intérieur de celle de Jupiter. Cette circonstance permet difficilement, comme on sait, de rattacher à la théorie de la capture par cette planète la périodicité actuelle du mouvement de la comète.

Une nouvelle étude de la question nous a conduit à apporter aux éléments d'Encke des corrections qui font disparaître cette difficulté et réduisent encore, par conséquent, le très petit nombre de cas où la théorie de la capture paraît être inapplicable.

Encke avait pu rassembler 4 observations de Marseille, 2 observations de Bologne,

7 observations de Paris et 4 observations de Milan; mais il n'avait basé ses calculs que sur les observations de Paris, les seules dont la valeur ne paraissait pas douteuse.

Malgré toutes nos recherches nous n'avons pu recueillir, en fait de documents nouveaux de quelque importance, que le détail des observations de Paris, qui figure dans le Tome I des anciennes publications de l'Observatoire. Encke n'avait eu en mains, à cet égard, que les résultats d'une première réduction qui lui avaient été communiqués par Bouvard.

Comme Encke, et pour les mêmes raisons, nous n'avons tenu compte que des observations de Paris, mais après en avoir fait, avec beaucoup de soins, une nouvelle réduction. Nous avons eu en outre à notre disposition, pour les positions des étoiles de comparaison, les catalogues modernes et pour les lieux du Soleil, les Tables de Le Verrier qui fournissent des données notablement meilleures que celles qu'Encke avait pu utiliser. Cette circonstance est importante en raison de la faible distance à la Terre de la comète.

Nous sommes ainsi parvenu aux corrections suivantes de l'éphéméride déduite des éléments d'Encke :

Dates.		Temps moyen de Paris.	O. — C. $\Delta\alpha$.	O. — C. $\Delta\delta$.
		h m s		
1819 Déc.	13.....	17.28.45,2	−30″,8	−73″,8
»	15.....	17. 2.57,4	+20,1	+15,1
»	26.....	18.17.50,2	+49,8	+ 8,7
»	29.....	18. 2.18,5	+10,7	−50,5
1820 Janv.	12.....	14.56.16,1	+15,2	+30,3
»	13.....	12.55. 6,5	+ 4,7	−84,2
»	14.....	13.19. 1,9	−17,3	+ 7,5

Nous avons formé trois lieux normaux, le premier avec les observations des 13 et 15 décembre, le second avec les observations des 26 et 29 décembre et le troisième avec les observations de janvier. Les éléments que nous avons obtenus et que nous donnons en regard des éléments d'Encke représentent ces lieux normaux à 2″ près. Nos calculs ayant été faits avec six décimales, cette concordance doit être regardée comme satisfaisante.

	Éléments d'Encke.		Nouveaux éléments.	
T......	1819 nov. 20,25203, t. m. Paris.		1819 nov. 20,25203, t. m. Paris.	
M_0.....	0° 0′ 0″		−0° 1′ 10″,9	
π......	67° 18′ 48″	1820,0	67° 33′ 29″,9	1820,0
☊	77° 13′ 57″	1820,0	77° 26′ 42″,2	1820,0
i.......	9° 1′ 16″	1820,0	9° 6′ 20″,9	1820,0
e......	0,686746		0,698752	
μ......	737″,7049		696″,0067	
log a...	0,454740		0,471596	

D'après les éléments d'Encke, la distance aphélie de la comète est 4,81 ; d'après nos éléments, elle atteint 5,03; les distances périhélie et aphélie de Jupiter sont respectivement 4,95 et 5,45. Par suite, tandis que, d'après Encke, le rayon vecteur de la comète est toujours plus petit que celui de Jupiter, d'après nos éléments, la distance aphélie de la comète est comprise entre les distances périhélie et aphélie de Jupiter.

Les directions des deux aphélies sont, il est vrai, assez voisines, en sorte que, dans l'état actuel des choses, la comète demeure toujours à l'intérieur de l'orbite de Jupiter; mais, comme l'a établi Le Verrier à propos de la comète de Vico, qui se trouve dans le même cas, il a pu en être autrement dans le passé. Sous l'action de Jupiter, en effet, l'aphélie de la comète doit se déplacer constamment dans le même sens, de telle façon qu'à un moment donné la direction de cet aphélie a pu coïncider avec celle du périhélie de Jupiter.

On se retrouve ainsi dans le cas où devient possible la transformation en orbite elliptique de faible excentricité d'une orbite primitivement parabolique.

Il convient de remarquer en outre que, bien que nos éléments soient probablement plus voisins de la vérité que ceux d'Encke, ils comportent encore une incertitude assez considérable, tant par suite du défaut de précision des observations que de la petitesse de l'arc héliocentrique sur lequel elles sont réparties. On pourrait augmenter encore, dans une assez large mesure, la distance aphélie, sans cesser de représenter les observations d'une manière acceptable.

En raison de l'incertitude qui subsiste, la découverte de documents nouveaux permettant d'utiliser d'autres observations, notamment celles de Marseille et de Milan, serait d'un grand intérêt.

Cette comète est encore remarquable, au point de vue du calcul des éléments, par l'importance que prennent les termes d'ordre supérieur. Tant dans la détermination directe, en se fondant sur trois observations, que dans la correction des éléments par les méthodes différentielles, plusieurs approximations successives sont nécessaires et les calculs sont assez pénibles. Il nous est agréable de remercier M. Schulhof pour les conseils qu'il a bien voulu nous donner.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les coefficients du développement de la fonction pertubatrice.* Note de M. **Armand Lambert**, présentée par M. H. Poincaré.

L'étude des propriétés analytiques et de l'indépendance des coefficients du développement de la fonction perturbatrice conduit à ces premiers

résultats, si l'on examine le cas où, les excentricités des orbites étant nulles, leur inclinaison mutuelle est sensible.

Soit Π_{mn} le coefficient de $E^{miu+niu'}$ dans le développement de $\frac{1}{\Delta^{2s}}$, Δ^2 étant le carré de la distance des deux astres, E la base des logarithmes népériens, u et u' les anomalies comptées à partir de la ligne des nœuds, $2s$ un entier impair.

Soit α le rapport $\frac{a}{a'}$ des rayons des orbites, J l'inclinaison de leurs plans; soient enfin $\mu = \cos^2\frac{J}{2}$, $\nu = \sin^2\frac{J}{2}$.

Π_{mn} (multiplié par le facteur a'^{2s}) est fonction de α, μ, ν.

Si μ et ν sont considérés comme variables indépendantes, on trouve que Π_{mn} satisfait simultanément à quatre équations aux dérivées partielles du second ordre. Trois d'entre elles fournissent aisément l'intégrale première

$$(1) \qquad \mu\frac{\partial\Pi}{\partial\mu} + \nu\frac{\partial\Pi}{\partial\nu} + \frac{\alpha(\alpha^2+1)}{\alpha^2-1}\frac{\partial\Pi}{\partial\alpha} + \frac{2s\alpha^2}{\alpha^2-1}\Pi = 0;$$

et il reste l'équation du second ordre

$$(2) \qquad \mu^2\nu^2\left(\frac{\partial^2\Pi}{\partial\mu^2} - \frac{\partial^2\Pi}{\partial\nu^2}\right) + \mu\nu\left(\nu\frac{\partial\Pi}{\partial\mu} - \mu\frac{\partial\Pi}{\partial\nu}\right) + (\mu^2 q^2 - \nu^2 p^2)\Pi = 0,$$

où $p = \frac{m-n}{2}$, $q = \frac{m+n}{2}$.

Mais, si l'on tient compte de la relation

$$\mu + \nu = 1,$$

le coefficient Π, considéré comme fonction de α et μ seulement, satisfera à l'équation suivante, déduite de (1) et de (2),

$$(3) \quad \left\{ \begin{aligned} &\mu^2\nu^2\left[(\nu-\mu)\frac{\partial^2\Pi}{\partial\mu^2} - \frac{2\alpha(\alpha^2+1)}{\alpha^2-1}\frac{\partial^2\Pi}{\partial\alpha\,\partial\mu} - \frac{(4s+2)\alpha^2-2}{\alpha^2-1}\frac{\partial\Pi}{\partial\mu}\right] + \mu\nu(\mu^2+\nu^2)\frac{\partial\Pi}{\partial\mu} \\ &\quad + \mu\nu(\mu-\nu)\left[\frac{\alpha(\alpha^2+1}{\alpha^2-1}\frac{\partial\Pi}{\partial\alpha} + \frac{2s\alpha^2}{\alpha^2-1}\right]\Pi + (\mu^2q^2 - \nu^2p^2)\Pi = 0. \end{aligned} \right.$$

C'est une équation du type hyperbolique. Rapportée à ses caractéristiques, elle prend la forme

$$\frac{\partial^2\Pi}{\partial x\,\partial y} + a\frac{\partial\Pi}{\partial x} + b\frac{\partial\Pi}{\partial y} + c\Pi = 0,$$

où $x = \alpha$, $y = \frac{(2\mu-1)\alpha}{\alpha^2+1}$; et l'on vérifie que cette équation a ses invariants

égaux. Un changement de fonction $\Pi = d\Pi'$ la ramène alors à la forme simple

$$\frac{\partial^2 \Pi'}{\partial x\, \partial y} = h\Pi', \tag{4}$$

où

$$h = \frac{(1 - 2p^2 - 2q^2)xy(1+x^2)(1-x^2) + (p^2-q^2)(1-x^2)[x^2 + y^2(1+x^2)^2]}{[x^2 - y^2(1+x^2)^2]^2}.$$

L'équation (4) (qui appartient d'ailleurs au groupe des équations harmoniques) est une équation de Moutard. Ce géomètre a montré que la connaissance d'une solution particulière d'une telle équation permettait de former une nouvelle équation de même type, toute solution de l'une donnant par quadrature une solution de l'autre.

En appliquant à l'équation (4) la transformation de Moutard déduite de la solution particulière $\omega = e^u$, où

$$u = C_1 \,\mathrm{L}\frac{y(x^2+1)+x}{y(x^2+1)-x} + C_2 \,\mathrm{L}\frac{1+x^2}{\sqrt{x^2 - y^2(1+x^2)^2}},$$

C_1, C_2 étant des constantes déterminées, on obtient une équation

$$\frac{\partial^2 \Pi''}{\partial x\, \partial y} = h'\Pi''.$$

Et h' n'est autre chose que l'expression h, dans laquelle p et q auraient été remplacés par $p+1$, $q+1$. C'est donc l'équation relative au coefficient $\Pi_{m+2,n}$, ou à son égal $\Pi_{n+2,m}$. Par suite ces équations dérivent toutes de celles qui sont relatives aux coefficients $\Pi_{0,0}$ et $\Pi_{1,1}$.

Si l'on connaît la valeur du coefficient Π'_{mn} et de l'une de ses dérivées le long d'une courbe, la méthode de Riemann le fera connaître en tout point du plan des xy (c'est-à-dire pour des valeurs quelconques de α et μ), pourvu qu'on sache déterminer une fonction $P(x, y, x_0, y_0)$, solution particulière de l'équation (4) qui se réduise à une constante non nulle pour $x = x_0$ ou $y = y_0$. D'ailleurs la solution de Riemann d'une équation (4) permet de déterminer cette solution pour les équations qu'on déduit de la primitive par la transformation de Moutard.

Le changement de variable

$$X = \frac{x^2}{(1+x^2)^2}, \qquad Y = y^2$$

donne à l'équation relative au coefficient $\Pi_{0,0}$ la forme

$$\frac{1}{\Pi}\frac{\partial^2\Pi}{\partial X\,\partial Y} = \frac{1}{4(X-Y)^2}.$$

Cette équation peut se ramener à l'équation d'Euler et Poisson ([1]) à laquelle Riemann a appliqué sa méthode.

La fonction $P(X, Y, X_0, Y_0)$ est ici

$$P = (X-Y)^{\frac{1}{2}}(Y_0-X)^{-\frac{1}{2}}(X-X_0)^{-\frac{1}{2}}F(\tfrac{1}{2}, \tfrac{1}{2}, 1, \sigma),$$

F désignant la série hypergéométrique et σ étant égal à

$$\frac{(X-X_0)(Y-Y_0)}{(X-Y_0)(Y-X_0)}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions sphériques et leurs multipèdes* ([2]). Note de M. ÉMILE WAELSCH.

1. Soient a^n un multipède quelconque d'ordre n et v^n le n-pède spécial contenant n fois le vecteur de v. *Le produit* $2n^{ième}$ *ou scalaire de ces n-pèdes*

$$(1) \qquad H_n \equiv a^n \cdot v^n,$$

où v est variable, *est la fonction sphérique générale,* si a^n est générale ([3]). Si u est un vecteur de longueur 1, $a^n \cdot u^n$ est la *fonction sphérique* Y_n *générale de Laplace.*

([1]) DARBOUX, *Théorie des surfaces,* t. II, Liv. IV, Chap. III.

([2]) Cf. *Comptes rendus* du 23 juillet 1906 et *Wien. Monatshefte,* 1906.

([3]) Par cette définition, on résout la question posée par Sylvester (1876) de représenter la fonction sphérique H_n intrinsèquement par les directions h_k de la définition

$$H_n \equiv c r^{2n+1}\partial_{h_1}\partial_{h_2}\ldots\partial_{h_n}\left(\frac{1}{r}\right)$$

de Thomson et Tait et Maxwell. Les h_k sont les directions des vecteurs v_k du n-pède a^n de H_n. Conformément on peut écrire

$$a^n \cdot v^n = (\ldots((v^n \tfrac{\cdot}{2} v_1)\tfrac{\cdot}{2} v^2)\tfrac{\cdot}{2}\ldots\tfrac{\cdot}{2} v_n).$$

Pour trouver le n-pède d'une fonction donnée $H_n(x, y, z)$, on y met

$$x = \frac{1}{2}(\xi^2+\eta^2), \qquad y = \frac{i}{2}(\xi^2-\eta^2), \qquad z = \frac{1}{i}\xi\eta$$

et l'on obtient la forme de ce n-pède.

Pour démontrer le théorème énoncé, remarquons que φ^n, $\varphi^{n-2}r^2$, $\varphi^{n-4}r^4$, ... (où $r^2 = \frac{1}{2}\varphi\cdot\varphi$) sont les produits linéairement indépendants du $n^{\text{ième}}$ degré en φ. Donc, si a^n, a^{n-2}, a^{n-4}, ... sont des multipèdes généraux et indépendants,

$$(2) \qquad f_n(\varphi) \equiv a^n\cdot\varphi^n + a^{n-2}\cdot\varphi^{n-2}r^2 + a^{n-4}\cdot\varphi^{n-4}r^4 + \ldots$$

est la fonction générale entière et homogène du $n^{\text{ième}}$ degré en φ. En introduisant la quadrique φ_ξ^2 du vecteur φ

$$(x+iy)\xi^2 - 2iz\xi\eta + (x-iy)\eta^2 \equiv a\xi^2 + 2b\xi\eta + c\eta^2,$$

l'opérateur ∇^2 se transforme en $4\partial_{ac}^2 - \partial_{bb}^2$. En appliquant celui-ci à $f_n(\varphi)$, on trouve

$$(2n+1)(2a^{n-2}\cdot\varphi^{n-2} + 4a^{n-4}\cdot\varphi^{n-4}r^2 + \ldots)$$

qui ne peut s'annuler qu'avec les a^{n-2}, a^{n-4}, ...

La fonction $f_n(\varphi)$ est développée par (2) suivant des fonctions sphériques H.

2. Si la fonction sphérique H_n est réelle, savoir leur n-pède a^n est réel, il faut que la forme $a_\xi^{2n} \equiv \Sigma(2n)_\lambda A_\lambda \xi^{2n-\lambda}\eta^\lambda$ de a^n soit *réalisante*. Pour cela il faut que

$$A_{2n-\lambda} = (-1)^\lambda \overline{A}_\lambda,$$

où A_λ, $\overline{A}_\lambda$ sont des nombres complexes conjugués. Or le produit $a^n\cdot b^n$ est la transposition $(a_\xi^{2n}, b_\xi^{2n})^{2n}$, on a [1]

$$a^n\cdot b^n = \sum(-1)^\lambda(2n)_\lambda A_\lambda B_{2n-\lambda} = \sum_{\sigma=0}^{n}(2n)_\sigma(A_\sigma\overline{B}_\sigma + \overline{A}_\sigma B_\sigma),$$

et, si l'on pose $b^n \equiv u^n$, on trouve l'*équation fondamentale*

$$(3) \qquad Y_n \equiv a^n\cdot u^n = \sum_{\sigma=0}^{n}(2n)_\sigma(A_\sigma\overline{U}_\sigma + \overline{A}_\sigma U_\sigma).$$

3. Le vecteur u ayant la longueur 1, la forme u_ξ^{2n} du n-pède u^n peut être écrite

$$(4) \qquad (\sin\vartheta e^{i\varphi}\xi^2 - 2i\cos\vartheta\xi\eta + \sin\vartheta e^{-i\varphi}\eta^2)^n \equiv \Sigma(2n)_\lambda U_\lambda \xi^{2n-\lambda}\eta^\lambda.$$

---

[1] On peut définir ici de la manière la plus simple deux fonctions sphériques H_n comme *conjuguées* (Maxwell), si le produit scalaire de leurs n-pèdes s'annule ou, autrement dit, si les formes de ces multipèdes sont *apolaires*.

Les coefficients de cette forme donnent [selon (3)] *le système des fonctions sphériques dites* adjointes $\Theta_n^{(\sigma)}\cos\sigma\varphi$, $\Theta_n^{(\sigma)}\sin\sigma\varphi$ (normées à la Maxwell) *par*

$$(5) \qquad i^{n-\sigma}U_{n-\sigma} = \Theta_n^{(\sigma)} e^{i\sigma\varphi}, \qquad i^n\left[U_n + (-1)^n\overline{U}_n\right] = 2\Theta_n^{(0)}.$$

Par conséquent, et par (3), on déduit tout de suite *l'expression de* Y_n et de (3) (en posant $\xi = \eta = 1$) *le développement de* $(\sin\vartheta\cos\varphi - i\cos\vartheta)^n$ *par ces fonctions adjointes.*

On a aussi $i^{n-\sigma}U_{n-\sigma} = (f_\sigma, u_\xi^{2n})^{2n}$, où $f_\sigma = (-i)^{n-\sigma}\xi^{n-\sigma}\eta^{n+\sigma}$. Donc la fonction sphérique $\Theta_n^{(\sigma)}e^{i\sigma\varphi}$ possède le n-pède correspondant à la forme f_σ :

$$\frac{e_3^{n-\sigma}(e_1 + ie_2)^\sigma}{2^n} = e_3^{n-\sigma}(a^\sigma + ib^\sigma).$$

Puisque la forme f_σ admet la transformation

$$\xi = e^{\frac{i\pi}{\sigma}}\xi', \qquad \eta = e^{-\frac{i\pi}{\sigma}}\eta'$$

les σ-pèdes réels a^σ, b^σ admettent la rotation de l'angle $\frac{2\pi}{\sigma}$ par rapport à l'axe e_3. Ils contiennent σ vecteurs orthogonaux à e_3 qui sont les rayons de la moitié d'un polygone régulier [1].

4. Si le n-pède a^n contient n fois le vecteur u' de longueur 1, tous les A_λ de sa forme s'annulent par $u' = e_3$ (dont la quadrique est $-2i\xi\eta$) excepté $A_n = \frac{2^n}{(2n)_n i^n}$. Donc on a, d'après (3) et (5),

$$(6) \qquad u'^n \cdot u^n = 2^n i^n\left[U_n + (-1)^n\overline{U}_n\right] = \frac{2^{2n+1}P_n(\cos\gamma)}{(2n)_n},$$

où γ est l'angle des vecteurs u, u'. Par conséquent $u'^n \cdot u^n$ est, à un facteur numérique près, la *fonction* $P_n(\cos\gamma)$ *de Legendre.*

Le *théorème dit d'addition* de cette fonction résulte immédiatement de (3) et (4).

5. On trouve [2] le *développement* nouveau *du produit de deux fonctions sphériques* H_n, H_m avec les multipèdes a^n, b^m suivant de telles fonctions $H_{n+m-2\rho}$ avec les multipèdes $a_{2\rho}^n b^m$ [donc $(n+1)$ fonctions, si $n \overline{\gtrless} m$] :

$$H_n H_m = \sum c_{2\rho} H_{n+m-2\rho} r^{2\rho}, \qquad c_{2\rho} = \frac{2^{2\rho}(n)_\rho(m)_\rho(n+m-\rho)_\rho}{(2\rho)_\rho(2n+2m-2\rho+1)_\rho}.$$

---

(1) Il suit aussi immédiatement (du n° 2, *l. c.*) que les fonctions des multipèdes $e_1^{n-\nu}e_2^\nu$, $e_1^{n-1-\mu}e_2^\mu e_3$ forment un système de fonctions H linéairement indépendantes (*cf.* Thomson et Tait).

(2) En appliquant une modification du développement en série de Clebsch et Gordan et une formule de MM. Gordan et Berzolari.

En posant pour a^n la forme f_σ et pour b^m la quadrique $-2i\xi\eta$ on trouve les *formules de récurrence pour les fonctions sphériques adjointes.*

6. En introduisant les *multipèdes immanents d'un milieu pour un phénomène physique* (n° 6, *l. c.*) on gagne déjà de l'origine le développement des grandeurs physiques correspondantes suivant des fonctions sphériques ou suivant des *polaires* de telles fonctions; ce sont des fonctions comme $a^n\cdot(m_1\ldots m_s)$, où les m sont des multipèdes. Le phénomène admettant un groupe C (n° 7, *l. c.*), ces fonctions sont de même *automorphes* avec le même groupe. Il faudra aussi distinguer des fonctions sphériques *polaires* et *axiales* conformément à leurs multipèdes.

Exemples. — L'*inertie* d'un solide tournant autour du point O peut être donnée par le scalaire ι^0 d'inertie (qui est la moyenne des moments d'inertie principaux) et par le bipède ι^2 d'inertie (déterminé par les conditions que chaque axe orthogonal à un de ses vecteurs φ_1, φ_2 ait le même moment et que le produit $\frac{1}{3}\varphi_1\cdot\varphi_2$ soit égal à ι^0 diminué de ce moment). *Le moment d'inertie* pour un axe qui contient le vecteur u est alors

$$\tfrac{1}{2}Y_2 + \iota^0,$$

où le bipède de la fonction Y_2 signifie le bipède ι^2 d'inertie.

Le *potentiel élastique* d'un milieu anisotrope, pour une déformation infiniment petite avec le bipède b et la dilatation cubique θ, est développé par la formule III du n° 6 (*l. c.*) suivant des polaires de fonctions sphériques, En particulier, ce *potentiel pour un axe d'isotropie* (n° 8, *l. c.*) est

$$\alpha_1 Y_4 + \alpha_2 Y_2\theta + \alpha_3 Y_2' + \alpha g_2 + \alpha'\theta^2,$$

où les fonctions sphériques Y possèdent respectivement les multipèdes b^2, b, h. *Le potentiel d'un milieu quelconque, mais pour* une déformation qui est une *expansion simple* le long du vecteur u et qui a la grandeur θ (on a $2b = \theta u^2$, $24h = \theta^2 u^2$, $3g_2 = \theta^2$) est

$$(\tfrac{1}{4}Y_4 + \tfrac{1}{2}Y_2 + \tfrac{1}{3}e^0 + e_1^0)\theta^2.$$

où les fonctions sphériques Y_4, Y_2 ont respectivement les multipèdes e^4, $e^2 + \frac{1}{12}e_1^2$.

NOMOGRAPHIE. — *Sur la représentation par points alignés de l'equation d'ordre nomographique 3 la plus générale.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**, présentée par M. G. Humbert.

L'équation d'ordre nomographique 3 la plus générale entre les variables x_1, x_2, x_3 peut s'écrire

$$\text{(1)} \qquad A f_1 f_2 f_3 + \Sigma B_i f_j f_k + \Sigma C_i f_i + D = 0,$$

i, j, k représentant les diverses permutations circulaires de 1, 2, 3, et f_i désignant une fonction de la seule variable x_i. Une telle équation exprime l'alignement de trois points pris respectivement sur des échelles (x_1), (x_2), (x_3), ayant pour supports des droites d_1, d_2, d_3, et qui sont projectives respectivement de celles des fonctions f_1, f_2, f_3.

La détermination purement algébrique de ces échelles a fait l'objet d'un de nos Mémoires (*Acta mathematica*, t. XXI, 1897, p. 301), reproduit dans notre *Traité de Nomographie* (Chap. VI, § II B). Nous allons faire voir ici comment elle peut se déduire de la considération des valeurs critiques des fonctions f_1, f_2, f_3 prises deux à deux et rendant la troisième indéterminée. Ces valeurs correspondent aux points de rencontre mutuels des droites d. Si, en effet, P_i désigne, d'une manière générale, le point de rencontre des droites d_j et d_k, les valeurs de x_j et de x_k qui s'y rapportent laissent l'alignement correspondant indéterminé; de même, les valeurs de x_j en P_k et de x_k en P_j donnent, comme alignement, la droite d_i elle-même, ce qui laisse encore x_i indéterminé. Ces diverses valeurs des x, comme celles des fonctions correspondantes, seront dites *critiques*.

Il est d'ailleurs évident que la réalité des points P_1, P_2, P_3 exige celle des valeurs critiques de f_1, f_2, f_3 (les valeurs correspondantes de x_1, x_2, x_3 pouvant être imaginaires).

Si, comme dans le Mémoire cité, nous posons

$$F_0 = \Sigma B_i C_i - AD,$$
$$E_i = AC_i - B_j B_k, \qquad F_i = F_0 - 2B_i C_i, \qquad G_i = B_i D - C_j C_k,$$

ce qui donne, quel que soit i,

$$F_i^2 - 4E_i G_i = \Delta,$$

Δ étant le discriminant de (1), nous démontrons que les valeurs critiques

de f_i sont les racines de l'équation ([1]),

$$(e_i) \qquad E_i\sigma_i^2 - F_i\sigma_i + G_i = 0,$$

les racines des trois équations (e_i) se répartissant en deux groupes (σ') et (σ'') pour chacun desquels on a respectivement

$$2E_i\sigma_i' - F_i = \sqrt{\Delta} \qquad \text{et} \qquad 2E_i\sigma_i'' - F_i = -\sqrt{\Delta}.$$

Cela posé, si $\Delta > 0$, on peut se donner arbitrairement le triangle $P_1P_2P_3$ et faire correspondre à chacun des sommets deux des quantités σ affectées d'indices différents de celui de ce sommet et appartenant à l'un et à l'autre des deux groupes (σ') et (σ''). Si ξ désigne la valeur de la variable correspondant à la valeur σ de la fonction, cela donne les deux dispositions

$$(\text{I}) \qquad P_1(\xi_2'\xi_3''), \quad P_2(\xi_3'\xi_1''), \quad P_3(\xi_1'\xi_2'')$$

et

$$(\text{II}) \qquad P_1(\xi_3'\xi_2''), \quad P_2(\xi_1'\xi_3''), \quad P_3(\xi_2'\xi_1'').$$

On peut, en outre, arbitrairement choisir trois points alignés A_1, A_2, A_3, pris respectivement sur les droites d_1, d_2, d_3, pour leur faire correspondre un système α_1, α_2, α_3 de valeurs de x_1, x_2, x_3 qui, portées dans f_1, f_2, f_3, satisfont à (1). Ayant dès lors trois points P_j, P_k, A_i, cotés ξ_i', ζ_i'', α_i, de chacune des échelles (x_i), on sait construire ces échelles par projection (*Tr. de Nom.*, p. 14). En appliquant à chacune des deux dispositions (I) et (II) la transformation homographique la plus générale, on voit que l'on obtient pour l'équation (1), lorsque $\Delta > 0$, deux types de nomogramme à trois échelles rectilignes, homographiquement irréductibles entre eux.

Si $\Delta = 0$, les deux valeurs singulières de chaque variable x_i se réduisent à une seule ξ_i correspondant à la racine σ_i, alors unique, de l'équation (e_i), ce qui exige que les trois points P_1, P_2, P_3 se confondent en un seul P; les trois échelles sont donc concourantes.

Si $\Delta < 0$, les points P_1, P_2, P_3 devenant imaginaires, il en est de même des droites qui les joignent deux à deux; la représentation cesse d'être réelle ([2]).

([1]) Ceci montre que les quantités σ ici envisagées sont égales aux quantités ρ du Mémoire cité changées de signe.

([2]) M. Fontené a fait voir qu'on pouvait, dans ce cas, par une transformation

La considération de ces valeurs critiques rend absolument intuitifs les résultats de notre précédent Mémoire relatifs à la réduction des différentes échelles (x_i) à celles des fonctions f_i elles-mêmes. Nous mettrons ce point en évidence dans le travail où nous développerons le sujet esquissé dans la présente Note. Nous y montrerons, en outre, comment cette même considération conduit très simplement à la détermination des nomogrammes coniques et cubiques qu'a imaginés M. Clark pour représenter l'équation (1) (multipliée par des facteurs convenables) quel que soit le signe de son discriminant Δ [1].

CINÉMATIQUE. — *Sur la courbure des courbes enveloppes dans le mouvement le plus général d'un corps solide dans l'espace.* Note de M. **G. Kœnigs.**

1. Dans une Communication antérieure et dans mes *Leçons de Cinématique* j'ai attiré l'attention sur les courbes C solidaires d'un corps solide mobile, qui possèdent la propriété de rester chacune tangente à une courbe fixe C'. Ces courbes C ne sont pas quelconques. Au cours du mouvement, pour un observateur solidaire du corps S, la vitesse d'entraînement V_P d'un point P de ce corps paraît décrire autour de ce point un cône $\Gamma(V_P)$ qu'on peut appeler le *cône des vitesses*. Toute courbe C de l'espèce précédente est caractérisée par la propriété d'admettre comme tangente en chacun de ses points une génératrice du cône des vitesses qui a ce point pour sommet.

2. Le cône $\Gamma(\Pi_P)$, supplémentaire du précédent, est l'enveloppe dans S du plan Π_P normal à la trajectoire du point P et plan polaire de P dans le complexe linéaire formé par les normales aux trajectoires. Le plan Π_P touche le cône enveloppe $\Gamma(\Pi_P)$ suivant une droite PP_1, qui est une *normale stationnaire*, c'est-à-dire une droite qui joue le rôle de normale à deux époques consécutives : ces normales forment une congruence linéaire et PP_1 est celle de ces droites qui passe en P.

---

transcendante, amener l'équation à une forme susceptible de représentation en points alignés au moyen de trois échelles concourantes (*Nouv. Ann. de Math.,* 3e série, t. XIX, 1900, p. 494).

(1) La théorie de ces nomogrammes, que son auteur a fait connaître par une Communication orale au Congrès de Cherbourg de l'Association française pour l'avancement des Sciences (1905), va être publiée prochainement. Nous avons indiqué, de notre côté (*Comptes rendus,* t. CXLII, 1906, p. 988), un moyen simple d'établir le type des nomogrammes coniques.

Outre cette droite PP_1, il y a dans le plan Π_P une autre droite à considérer, c'est la droite D_P conjuguée dans le complexe linéaire de la tangente en P à la trajectoire de ce point. D_P est aussi la caractéristique du plan du corps S avec lequel Π_P coïncide à l'instant considéré.

Les droites D_P et PP_1 se coupent en un point P_1 que nous appellerons l'*associé* du point P et dont les coordonnées s'expriment aisément en fonctions rationnelles des coordonnées du point P.

3. Ce point P_1 joue un rôle essentiel dans la question qui nous occupe. Si une courbe C touche en P son enveloppe C', le plan normal commun à ces courbes est précisément le plan Π_P normal à la trajectoire d'entraînement du point P. Les caractéristiques Δ, Δ' du plan Π_P, selon qu'on le déplace dans le corps S ou dans l'espace fixe S', sont les *axes de courbure* des courbes C et C'. La connaissance de ces axes entraîne à la fois celle des plans osculateurs et celle des centres de courbure. Or on trouve à cet égard les résultats suivants, qui rappellent la correspondance homographique existant entre les centres de courbure d'une courbe et de son enveloppe, sur une normale donnée, dans le cas du mouvement d'une figure plane.

Théorème I. — *Les axes de courbure Δ et Δ' passent par le point P_1, associé du point de contact* P.

(On remarquera que l'assujettissement pour l'axe Δ de la courbe C de passer par P_1 est une conséquence du caractère particulier de ces courbes.)

Il y a une infinité de courbes C qui touchent au même point P leur enveloppe C', en sorte que toute droite Δ issue de P_1 dans le plan Π_P est l'axe de courbure d'une courbe C (et même d'une infinité). L'axe de courbure Δ' de C' correspond à Δ en vertu du théorème suivant :

Théorème II. — *Les axes Δ, Δ' se correspondent homographiquement autour du point P_1 : cette homographie est singulière, car elle n'a qu'un rayon double qui est la droite D_P.*

Il en résulte que si θ, θ' sont les angles de Δ, Δ' avec la droite D_P on a

$$\frac{1}{\operatorname{tang}\theta'} - \frac{1}{\operatorname{tang}\theta} = f = \text{const.};$$

ou encore, ce qui est la même chose, Δ, Δ' *déterminent sur la parallèle* PQ *à* D_P *un vecteur* $\delta\delta'$ *de grandeur et de sens invariables*. Les projections de $\delta\delta'$ se déterminent aisément en fonctions rationnelles des coordonnées du point P.

THÉORÈME III. — *Le lieu des centres de courbure des courbes* C, C′ *qui se touchent au point* P *est le cercle décrit sur* PP_1 *comme diamètre.*

Enfin les relations précédentes comprennent la détermination des axes de courbure des trajectoires tant dans le mouvement direct que dans le mouvement inverse; en effet :

THÉORÈME IV. — *Si l'on prend pour* Δ *la droite* P_1P, *la droite* Δ' *correspondante est l'axe de courbure de la trajectoire d'entraînement du point* P *et si, au contraire, on prend pour* Δ' *la même droite* P_1P, *la droite* Δ *est l'axe de courbure d'une courbe* C *qui glisse sur un point fixe dans l'espace fixe et est ainsi la trajectoire de ce point dans le mouvement inverse.*

Il y a une surface Σ_3 du troisième ordre telle que, si P s'y trouve, P_1 est rejeté à l'infini dans la direction de D_P. Tous les axes de courbure sont alors parallèles à D_P; Δ et Δ' se correspondent homographiquement dans des conditions analogues aux précédentes : homographie singulière dont D_P est l'unique rayon double.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur le calcul de la compressibilité des gaz au voisinage de la pression atmosphérique au moyen des constantes critiques.* Note de M. **DANIEL BERTHELOT**, présentée par M. H. Becquerel.

Pour passer des *densités normales* des gaz aux *densités limites* qui donnent leurs poids moléculaires exacts, il faut multiplier les premières par le facteur $(1 - A_0^1)$ qui représente l'écart à la loi de Mariotte entre 0^{atm} et 1^{atm}.

Ce facteur s'obtiendrait en fonction des constantes critiques p_c et T_c si l'on connaissait l'équation caractéristique du gaz. Étant donné que $A_0^1 = (a - b) : [1 - (a - b)]$, la formule de Van der Waals, par exemple, donnerait :

$$(1) \qquad a = \frac{27}{64} R^2 \frac{T_c^2}{p_c} = 0,000005656 \frac{T_c^2}{p_c}, \qquad b = \frac{1}{8} \frac{RT_c}{p_c} = 0,0004578 \frac{T_c}{p_c},$$

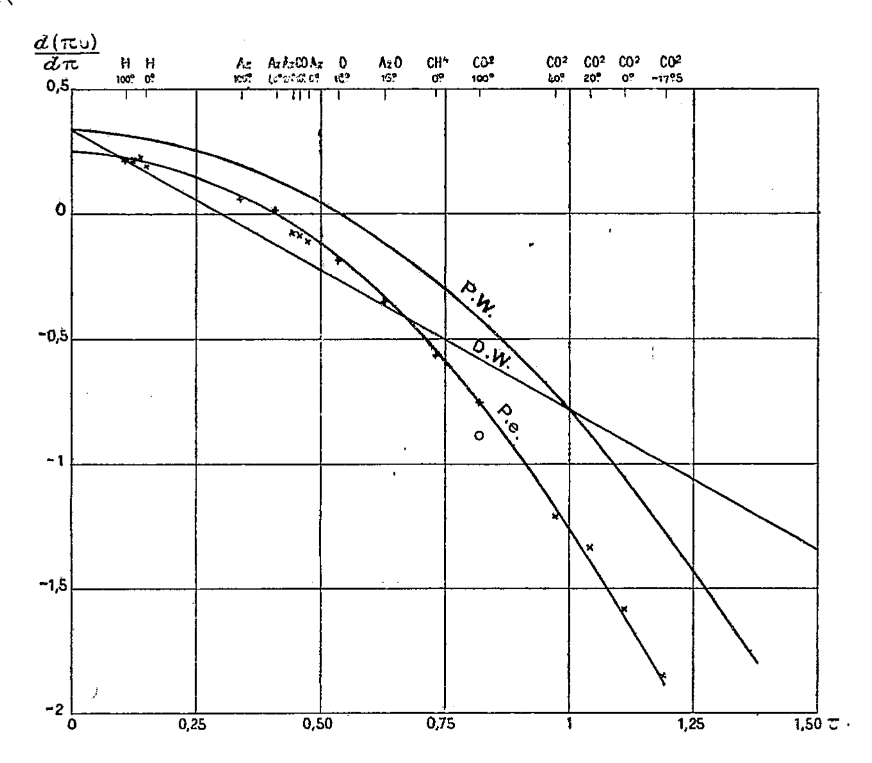
l'unité de pression étant l'atmosphère, l'unité de volume le volume de la masse du gaz supposé à l'état parfait sous la pression de 1^{atm}. J'ai fait voir que pour représenter quantitativement les propriétés des gaz réels, il fallait adopter à 0° les valeurs

$$(2) \qquad \left\{ \begin{aligned} a_0 &= \frac{a}{T} = \frac{1}{273,1} \frac{27}{64} R^2 \frac{T_c^3}{p_c} = 0,000000020712 \frac{T_c^3}{p_c}, \\ b &= \frac{9}{128} \frac{RT_c}{p_c} = 0,00025746 \frac{T_c}{p_c}. \end{aligned} \right.$$

Le Tableau suivant permet de comparer (1) ou (2) avec les valeurs déduites du nombre expérimental A_2^1 par l'expression $A_2^1 = (a - b):[1 - 2(a - b)][1 - 3(a - b)]$:

	H^2.	Az^2.	CO.	O^2.	AzO.	CO^2.	Az^2O.	HCl.
$10^5(a - b)$ (expér.)....	—64	+ 38	46	76	106	670	754	782
$10^5(a - b)$ [(form. (1)].	—69	+101	107	130	141	527	540	542
$10^5(a_0 - b)$ [(form. (2)].	—60	+ 29	42	74	103	693	739	758

La même comparaison est faite graphiquement sur la figure suivante (courbe des écarts à la loi de Mariotte) tirée de mon Mémoire de 1902 : *Sur les thermomètres à gaz*. (Extrait du t. XIII des *Travaux du Bureau international des Poids et Mesures*).



J'y ai porté (en coordonnées réduites) les inverses des températures en abscisses, et les valeurs de $-(a - b)$ en ordonnées. Les formules (1) de Van der Waals donneraient la droite D. W., $y = 0,333(1 - 3,375x)$; les formules (2) la parabole P. e., $y = 0,250(1 - 6x^2)$, sur laquelle tombent bien en effet les valeurs expérimentales (Chappuis, Leduc, Sacerdote, D. Berthelot) représentées par des croix.

La concordance entre l'expérience et la formule (2) est aussi bonne qu'on peut l'attendre d'expressions qui supposent exacte la loi des états corres-

pondants alors que les déviations de cette loi s'accentuent quand on approche de la saturation ([1]).

Le *calcul direct des densités limites par les compressibilités* échappe à ces restrictions, car il est indépendant de la notion des *états correspondants* et s'appuie sur la notion différente de *l'état gazeux parfait* conçu comme *état limite* qui s'est toujours vérifiée d'autant mieux que les expériences étaient plus précises.

Aussi ne reviendrais-je pas sur le *calcul indirect des poids moléculaires par les constantes critiques,* si postérieurement M. Guye, dans des Mémoires nombreux, n'avait préconisé une variante peu correcte de ce calcul.

La figure donnée plus haut montre que vers 0° les points figuratifs des gaz, anciennement dits *permanents,* tels que H^2, Az^2, CO, O^2, AzO, sont au-dessus de la droite de Van der Waals D.W, tandis que ceux des gaz facilement liquéfiables, tels que CO^2, sont au-dessous. Les $a - b$ de Van der Waals sont trop grands pour les uns, trop petits pour les autres. Il est clair que toute méthode rationnelle doit corriger à la fois ces deux écarts inverses : tel est bien le résultat obtenu par la substitution de la parabole P. e. à la droite D.W. Tout autre est la marche suivie par M. Guye. Il propose de partir des $(a - b)$ de Van der Waals et d'y appliquer deux corrections de sens contraires. La première est soustractive : il ne l'applique qu'aux gaz permanents, car elle augmenterait encore l'écart entre la formule et l'expérience pour les gaz liquéfiables; la seconde est additive : il ne l'applique qu'aux gaz liquéfiables, car elle augmenterait l'écart avec l'expérience des gaz tels que H^2, Az^2, CO. Pour être complet, il aurait fallu placer entre les gaz permanents et liquéfiables un troisième groupe, ne comportant aucune correction, et répondant aux points voisins de celui où la courbe de Van der Waals coupe la courbe expérimentale.

Sa correction pour les gaz permanents consiste à remplacer R par $R + 0{,}000062\,T_c$ [ce qui revient sensiblement à remplacer $(a - b)$ par $a - b - 0{,}0000021\,T_c$], le coefficient 0,000062 étant calculé empiriquement de façon à ramener le point figuratif de l'oxygène de la droite D.W. sur la parabole expérimentale, ce qui y ramène, dans la mite des erreurs d'expérience, les gaz tels que O^2, CO, Az^2.

On remarquera que l'introduction du coefficient empirique $0{,}000062\,T_c$, outre qu'elle enlève tout sens physique aux valeurs de a et b, a le grave inconvénient que *la formule modifiée cesse d'être homogène* et par là même d'obéir *à la loi des états correspondants;* ce dont l'auteur, qui croit que sa formule s'appuie toujours sur cette loi, ne s'est pas aperçu.

Pour les gaz liquéfiables, M. Guye conserve le facteur de Van der Waals :

([1]) Les écarts vers 0° et 1^{atm}, inférieurs aux erreurs d'expérience pour les gaz permanents, atteignent 6 pour 100 entre les gaz tels que CO^2 et HCl, et dépassent 30 pour 100 entre AzH^3 et CH^3Cl d'une part, PH^3 et H^2S de l'autre, d'après les mesures de MM. Leduc et Sacerdote.

$1:(1+a)(1-b)$ pour passer du volume *réel* du gaz sous 1^{atm} (pris par convention pour unité) au volume *idéal* qu'il aurait s'il obéissait dans ces conditions à la loi de Mariotte. Sa correction consiste à y remplacer les valeurs a et b de Van der Waals par :

$$(3) \quad a_0 = a(T_c:T)^{\frac{3}{2}}, \quad b_0 = b(2-T:T_c)(1-0{,}00322\,p_c:p) = b'(1-0{,}00322\,p_c:p),$$

le facteur numérique 0,00322 étant calculé empiriquement d'après les données de CO^2.

Ces valeurs (3) ne représentent ni quantativement comme les valeurs (2), ni même qualitativement comme les valeurs (1), les écarts des gaz réels par rapport aux gaz parfaits. L'expression de b_0 conduit au résultat inadmissible qu'à 0° le covolume, ou le volume des molécules, tendrait vers $-\infty$ à pression décroissante et serait déjà négatif pour H^2, Az^2, CO sous 1^{atm}, pour H^2O sous $0^{atm},50$ et pour CO^2 sous $0^{atm},20$.

Mais ce qu'il y a de plus grave, c'est que la démonstration de l'expression de Van der Waals $1:(1+a)(1-b)$ *supposant essentiellement b indépendant de la pression,* du moment que l'on adopte pour b_0 la formule (3), le rapport du volume idéal au volume réel n'est plus $(1+a_0)(1-b_0)$ mais $(1+a_0)(1-b_0)-0{,}00322\,b'p_c$, ce qui conduit à des résultats numériques notablement différents pour les poids moléculaires.

Nous devons donc conclure que s'il faut tenir compte des valeurs expérimentales des compressibilités déterminées avec grand soin par M. Guye et ses collaborateurs, par contre, le mode de calcul indirect de ces grandeurs qu'il a appelé *réduction des constantes critiques* doit être abandonné.

CHIMIE MINÉRALE. — *Solubilité du carbone dans le carbure de baryum et le carbure de strontium.* Note de M. H. **Morel Kahn**, présentée par M. H. Moissan.

L'étude quantitative de la solubilité du carbone dans le carbure de calcium que nous avons faite dans différentes conditions au four électrique [1] nous a conduit à entreprendre des recherches du même ordre sur les carbures les plus voisins du carbure de calcium, c'est-à-dire sur le carbure de baryum et le carbure de strontium.

Les conditions de formation de ces deux carbures sont tout à fait analogues à celles du carbure de calcium [2]. Cependant ils se forment vraisemblablement à des températures inférieures, et, pour éviter une décomposition trop rapide malgré la durée de la chauffe, nous avons employé un dispositif spécial. Le creuset de charbon renfermant le carbure à étudier

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXLIII, 1906, p. 49.

(2) Henri Moissan, *Le four électrique,* 1897, p. 301.

était couvert et contenu lui-même dans un creuset de plus grandes dimensions; l'intervalle était rempli de coke de pétrole. Dans ces conditions, la chauffe était moins brusque et pouvait être plus aisément prolongée. Nous avons pu ainsi chauffer pendant 10 minutes les carbures de baryum et de strontium à 550-600 ampères sous 90 volts environ.

Comme pour le carbure de calcium, le graphite restant après attaque par l'eau du carbure et dissolution par l'acide chlorhydrique des oxydes précipités était pesé sur filtre taré.

Carbure de baryum. — Nous avons fait nos chauffes avec une intensité variant de 550 à 600 ampères; après 6 minutes le carbure de baryum était formé, et sa teneur en carbone dissous était de 1,25 à 1,50 pour 100. En faisant varier la durée de la chauffe nous avons augmenté la teneur en carbone dans les proportions indiquées par le Tableau suivant :

TABLEAU I.

	I constant.	T variable.	Graphite pour 100.
1...........	550^A-600^A	6^m	1,25; 1,50
2...........	550-600	7	2,55
3...........	550-600	8	2,77
4...........	550-600	9	3,30; 3,90
5...........	550-600	10	4,20; 4,30
6...........	550-600	11	5,40; 6,20

Nous nous trouvons en présence d'un phénomène tout à fait analogue à celui que nous avions observé pour le carbure de calcium. Si nous dépassons 11 minutes de chauffe, les variations dans la teneur en carbone sont considérables et ne sont plus en rapport avec la solubilité du carbone.

Carbure de strontium. — C'est ce carbure qui nous semble le plus fusible des trois; après 6 minutes de chauffe, il renferme 1,30 à 1,50 de carbone dissous et la teneur croît de façon tout à fait analogue à celle des autres carbures.

TABLEAU II.

	I constant.	T variable.	Graphite pour 100.
1........	550^A — 600^A	6^m	1,30; 1,50
2........	550 — 600	7	2,10; 2,25
3........	550 — 600	8	2,75; 3,20
4........	550 — 600	9	4,45
5........	550 — 600	10	6,15; 6,25

Ainsi les trois carbures alcalino-terreux qui ont des propriétés physiques et chimiques si voisines semblent encore se comporter de même comme

solvant du carbone. Il ne semble pas que l'un ou l'autre permette d'augmenter beaucoup la teneur en carbone dissous; il y a, du reste, pour tous trois une limite de température que l'on atteint assez rapidement et à partir de laquelle les résultats ne sont plus comparables entre eux; le carbure ne se trouve plus dans ses conditions normales de stabilité et il faut faire intervenir à la fois la solubilité du carbone, le phénomène de dissociation et le phénomène d'ébullition. En effet, lorsque l'on chauffe l'un quelconque de ces carbures alcalino-terreux pendant un temps suffisamment long, on voit nettement des bulles plus ou moins volumineuses monter à la surface. D'ailleurs, dès que l'on a atteint cette température, la vaporisation du carbure est brusque et violente, ce qui paraît démontrer que l'on se trouve en présence du phénomène d'ébullition.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le métaphosphate cuivreux.* Note de M. **V. Auger**, présentée par M. H. Moissan.

On connaît peu de sels de cuivre au minimum avec les acides oxygénés : le nitrate n'a jamais pu être préparé, et l'on sait que le sulfate existe probablement, en petite quantité, dans l'électrolyse du sulfate cuivrique, mais on ne l'a pas isolé. Mes essais ont porté sur la préparation du phosphate. Le chlorure cuivreux, soumis à l'action de l'acide phosphorique, se décompose vers 180°, en donnant du cuivre métallique et du phosphate cuivrique, en même temps que l'acide chlorhydrique se dégage. Les résultats les plus nets sont obtenus en traitant du cuivre métallique par l'acide phosphorique à haute température.

Si l'on chauffe, dans une capsule de platine, de la tournure de cuivre avec de l'acide phosphorique, l'attaque du métal n'a lieu, d'une façon sensible, que lorsque l'acide est transformé en un mélange d'acides pyro- et métaphosphoriques. Il se dégage de l'hydrogène, et on voit l'acide se colorer en brun par suite de formation du sel cuivreux, mais l'air oxyde celui-ci aussitôt, et il se forme des croûtes cristallines blanc bleuâtre de métaphosphate cuivrique. Ce sel est obtenu ainsi en cristaux bien formés, qui peuvent atteindre facilement 1^{mm}. Pour éviter l'action de l'air et obtenir le sel au minimum, il faut verser de l'acide métaphosphorique chauffé au rouge sombre sur un excès de tournure de cuivre placée dans une capsule en platine munie d'un couvercle. L'hydrogène se dégage avec abondance; on continue à chauffer au rouge sombre, puis on décante rapidement la masse épaisse dans un creuset de platine qu'on recouvre aussitôt. Pendant le refroidissement, on voit le produit envahi rapidement par des lamelles métalliques, et l'on peut constater, à l'analyse, que le phosphate cuivreux, stable au rouge, s'est scindé par refroidissement en métaphosphate cuivrique et cuivre métallique.

La preuve en a été fournie comme suit : une partie de la liqueur chaude a été aspirée dans un tube en verre, effilé à l'extrémité. Par refroidissement, elle se prend en masse dure à reflets cuivrés. On a coupé le tube et dissous dans l'eau bouillie le produit contenu dans l'intervalle de deux sections; la liqueur aqueuse, bleue, fut filtrée, et, après lavage à l'eau et à l'alcool, le cuivre précipité fut pesé sur filtre taré. La solution, précipitée en liqueur chlorhydrique par le zinc, fournit du cuivre qui fut pesé de même.

On a ainsi obtenu : cuivre cristallisé, $0^{g},440$; cuivre précipité de la solution, $0^{g},452$. La réaction $(PO^3)^2Cu^2 = (PO^3)^2Cu + Cu$ exigerait que le poids du cuivre fût le même dans les deux cas, mais il faut tenir compte qu'il est presque impossible d'empêcher l'action de l'air pendant les manipulations, et qu'il se forme toujours un peu de sel cuivrique. On peut démontrer encore plus facilement que le cuivre était à l'état cuivreux primitivement dans la masse chaude : une portion de la masse froide est mise dans un tube scellé contenant de l'eau et de l'ammoniaque, et purgé d'air. Le phosphate cuivrique se dissout d'abord en une liqueur bleue, puis, peu à peu, le cuivre cristallisé entre en dissolution, et la liqueur devient presque incolore et absolument limpide; un essai colorimétrique a montré, dans un essai, qu'il y avait au plus $\frac{1}{50}$ de phosphate cuivrique en excès.

Il est possible d'obtenir le phosphate cuivreux et de le conserver à froid pendant quelques jours : pour cela, on aspire la solution chauffée au rouge sombre, dans un tube de verre chauffé, et on la fait tomber goutte à goutte dans du chlorure de méthyle. On obtient ainsi des petites masses vitreuses, parfaitement transparentes, colorées en jaune pâle, et formées de métaphosphate cuivreux en dissolution dans l'acide métaphosphorique. On peut les conserver pendant quelques jours en tube scellé; mais le travail moléculaire, gêné par la consistance de la masse, s'effectue lentement, et peu à peu ces perles vitreuses se troublent et deviennent rouge brun et opaques par suite de dépôt de cuivre. Cette réaction est immédiate si on les chauffe.

La décomposition de ce sel cuivreux en métal et sel cuivrique n'est pas sans analogies : en effet, le fluorure cuivreux est scindé, en présence de l'eau, en fluorure cuivrique et cuivre. De même, lorsqu'on verse une solution cuivreuse ammoniacale dans un acide oxygéné fort, SO^4H^2, PO^4H^3, NO^3H, etc., on obtient une précipitation de cuivre cristallisé avec formation du sel cuivrique. Il est légitime de supposer que le sel cuivreux, d'abord formé, mais instable, est immédiatement scindé. L'étude des sels cuivreux des acides organiques nous a montré que, dans certaines conditions, ces sels pouvaient être obtenus et analysés, malgré leur instabilité et leur facile décomposition en métal et sel cuivrique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Des causes qui modifient le dosage du fluor dans les eaux minérales.* Note de M. **P. Carle**, présentée par M. Arm. Gautier.

Notre Communication antérieure sur le dosage du fluor dans les eaux minérales (1) suggère diverses réflexions.

Comment des chimistes habiles ont-ils pu nier la présence du fluor dans certaines eaux, tandis que d'autres l'affirmaient ? Ce qui est écrit à la page 76 de l'*Annuaire des Eaux minérales* de 1894 va peut-être nous l'expliquer. Il y est dit : « La recherche du fluor sur le résidu de l'évaporation de l'eau est incertaine, à cause de la présence d'une quantité de silice souvent notable. Le fluor a été recherché, non dans le residu brut, mais dans le précipité ammoniacal produit dans la solution chlorhydrique de ce résidu, après élimination de la silice. »

J. Lefort insiste à son tour sur l'influence néfaste de la silice dans ce dosage ; et il a raison. Or, en dehors de notre mode opératoire, comment élimine-t-on généralement cette silice ?

On peut procéder de deux façons : par voie acide et par voie alcaline. Dans le premier cas, le plus suivi, le résidu de l'eau est acidulé avec de l'acide chlorhydrique en léger excès, puis chauffé à plusieurs reprises à 100°. De cette façon, la silice mise en liberté se déshydrate et devient insoluble dans l'acide chlorhydrique, lequel continue à rester habile à dissoudre les fluorures. Malheureusement, l'expérience directe nous a démontré que le spath fluor naturel, pulvérisé et mis au contact de l'acide chlorhydrique, donne, même à basse température, des vapeurs d'acide fluorhydrique qui gravent parfaitement le verre.

Par conséquent, ce qui a été pris dans l'*Annuaire* semble indiquer que, si l'opérateur a agi ainsi, ses résultats ont été négatifs, parce qu'il a perdu le fluor au cours de ses opérations (2).

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 37.

(2) Le dosage du fluor dans l'eau de la mer a été fait par M. A. Carnot (*Comptes rendus*, t. CXXIII, p. 727) par une tout autre méthode, consistant essentiellement à le précipiter à l'état de fluorure de calcium avec la silice et d'autres éléments, puis à traiter, après dessiccation, le précipité complexe par l'acide sulfurique concentré et recevant le fluorure de silicium distillé dans une solution de fluorure de potassium, où il donne naissance à un précipité de fluosilicate de potassium K^2SiFl^6 qui est lavé à l'alcool, séché et pesé. (Voir *Annales des Mines*, 1er Vol., 1893.)

Ce mode de dosage n'est nullement atteint par les observations du présent Mémoire.

On pourrait reprocher à notre méthode, pour des raisons analogues, de diminuer parfois la dose réelle de fluor. Ceci est vrai quand il s'agit d'eaux très siliceuses, comme le sont celles du Mont-Dore avec 0,175 de silice par litre, Saint-Nectaire avec 0,130, Châtelguyon avec 0,120, Luchon avec 0,093, Royat 0,090 et Vichy 0,060. L'expérience suivante en fait foi : dans notre liste (p. 38), nous avons marqué : *Mont-Dore, Madeleine*, fluor, néant. Mais si l'on dégage de cette eau la silice par voie alcaline, les résultats sont positifs. En effet, à 1 litre de cette eau ajoutons $2^g,50$ de bicarbonate de soude pur, faisons évaporer à 800^{cm^3}, filtrons et mettons le liquide clair à bouillir pendant un quart d'heure avec du carbonate d'ammoniaque. La silice se séparera. Si dans le filtratum alcalin on ajoute successivement l'acétate de potasse, le chlorure de baryum et l'acide chlorhydrique avec les précautions que j'ai indiquées (*loc. cit.*), on obtient un précipité où il y a du fluor, car nous en avons dosé par cette voie de 0,004 à 0,005. Ce procédé est donc le plus précis. Cependant, dans les cas ordinaires, il n'en est plus ainsi et notre méthode générale, sans évaporation, s'est montrée plus rapide, plus aisée et aussi précise.

Il y a lieu encore de se préoccuper, dans ce dosage, de l'action de l'acide carbonique. En voici la preuve :

Broyons finement quelques grammes de spath fluor, faisons-les bouillir avec de l'eau chlorhydrique et filtrons. Si dans ce liquide limpide nous versons de l'ammoniaque, il se sépare un abondant dépôt. Lavons-le, délayons-le dans 700^g d'eau pure et, dans une carafe à sparklets, saturons cette eau d'acide carbonique. Après 1 heure, recevons cette eau mousseuse dans un vase à précipités où se trouve déjà de la pulpe de papier Berzélius; filtrons exactement et enfin chauffons *doucement* au bain-marie. Dans 1 ou 2 jours, il se séparera des cristaux cubiques, inattaquables sous le microscope par l'acide acétique. Ces cristaux, au contact de l'acide sulfurique, donnent des vapeurs qui forment sur le verre une gravure blanche visible à distance.

Cette expérience nous paraît intéressante encore au point de vue de la genèse des eaux minérales.

Conclusions. — Si nous rapprochons tous les faits consignés dans cette étude, nous trouvons :

Que sur 93 échantillons d'eaux minérales naturelles, au nombre desquelles figure l'eau de mer, la présence du fluor est à peu près générale, puisque 4 ou 5 sources seulement ont donné des résultats absolument négatifs;

Que la dose moyenne de fluor dans ces eaux est de 7^{mg} par litre, mais

que cette moyenne s'abaisse à $0^g,005$ si on exclut de la liste les eaux bicarbonatées alcalines et certaines eaux sulfureuses;

Que le degré d'alcalinité de l'eau paraît être en rapport avec la dose de fluor dégagé. Le groupe de Vichy en offre un exemple frappant, puisque sur les 11 sources analysées la moyenne est de $0^g,015$, c'est-à-dire triple de la moyenne générale;

Que, dans les eaux sulfureuses il y a des différences notables. Exemple : Challes, $0^g,014$; Labassère, $0^g,013$; Luchon et Bonnes, $0^g,012$; Ax, $0^g,006$; Cauterets, $0^g,003$, et Uriage, néant;

Que, dans les bicarbonatées calcaires de table, le fluor existe toujours avec une moyenne de $0^g,005$;

Qu'enfin l'eau de mer, qui doit contenir en dissolution toutes les espèces chimiques naturelles, arrive avec ses $0^g,012$ de fluorures par litre. Peut-être est-il utile d'indiquer que celle que nous avons analysée avait été puisée peu de jours avant et avait été gardée en bouteilles bien closes, afin de lui conserver tout son acide carbonique naturel. L'utilité de ce rappel est démontrée pour deux motifs : nous avons montré, il y a quelque temps, que l'eau de Néris se déminéralisait avec le départ de l'acide carbonique; d'autre part, on a vu plus haut que le fluorure de calcium se dissolvait ou se précipitait dans l'eau, selon la dose de gaz carbonique en présence.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de dosage des halogènes dans les composés organiques, au moyen des métaux-ammoniums.* Note de M. E. **Chablay**, présentée par M. A. Haller.

En étudiant l'action des métaux-ammoniums sur les différents composés organiques renfermant des halogènes, nous avons remarqué que l'on retrouvait toujours à l'état de sel haloïde alcalin tout l'halogène correspondant à la quantité de matière employée. La conclusion naturelle de ces faits d'expérience était de chercher à utiliser cette propriété pour le dosage de ces éléments. Nous donnerons dans cette Note un exposé bref de notre méthode et quelques résultats obtenus avec des corps appartenant à différentes séries.

Principe de la méthode. — Si l'on traite par le sodammonium ou le potassammonium une molecule d'un composé organique quelconque renfermant

un ou plusieurs atomes d'halogène, celui-ci est pris totalement par le métal alcalin de l'ammonium et donne le sel haloïde correspondant. On obtient donc dans tous les cas un chlorure, un bromure ou un iodure alcalin qu'il est facile de doser volumétriquement par une solution titrée de nitrate d'argent.

Mode opératoire. Corps liquides. — L'appareil est des plus simples, il se réduit à un tube à glucose, ou un gros tube à essai. On pèse la substance ([1]) dans une ampoule de verre mince, comme pour une analyse organique et on l'introduit dans le tube à glucose; en frappant le fond de ce dernier avec la main on détermine la rupture de l'ampoule. On plonge alors le tube dans un mélange de CO^2 solide et d'acétone, et l'on y liquéfie 5^{cm^3} ou 6^{cm^3} de gaz ammoniac; si la substance s'est solidifiée au fond du tube, on réchauffe celui-ci avec la main de façon à obtenir un commencement d'ébullition de NH^3 ($-40°$). Dans la grande majorité des cas la substance se dissout à cette température. On ajoute alors un morceau de sodium bien décapé; il se forme immédiatement une coloration bleue qui disparaît par agitation tant que l'attaque se produit; si l'attaque est trop vive, on la modère en plongeant le tube dans le mélange réfrigérant. Une fois la coloration persistante obtenue la réaction est terminée; elle n'exige en général que 1 ou 2 minutes. On laisse partir NH^3 en excès et l'on a dans le tube un résidu solide formé du sel haloïde de sodium, de sodium en excès, et de divers produits provenant de la réaction; ajoutons que ceux-ci ne nous ont jamais gêné pour le dosage. On envoie dans le tube un courant d'air humide pour détruire le sodium et l'on reprend par l'eau; on filtre s'il y a lieu, on étend à 100^{cm^3} par exemple et l'on fait le dosage sur 10^{cm^3} ou 20^{cm^3}. Nous avons employé la méthode de Volhard, qui consiste à précipiter le sel haloïde par un excès de AzO^3Ag titré et à déterminer cet excès par une solution titrée de sulfocyanate d'ammonium en présence de l'alun de fer ammoniacal comme indicateur. La liqueur à analyser étant alcaline, il est bien évident qu'elle doit être neutralisée auparavant par NO^3H en présence de phtaléine.

Corps solides. — Si le corps solide est soluble dans NH^3, même manière d'opérer que pour les liquides; sinon on le dissout dans 2^{cm^3} ou 3^{cm^3} d'éther, de benzène ou de toluène, et on le fait tomber goutte à goutte et très lentement dans la solution de sodammonium au moyen d'un entonnoir à brome et l'on continue comme précédemment.

Quelquefois la liqueur à analyser est brune par suite de la présence de matière organique et le virage est moins net; on remédie à cela en évaporant la prise d'essai à sec dans une capsule de platine, chauffant légèrement sans dépasser le rouge sombre; la matière organique est détruite; le résidu repris par l'eau donne une liqueur incolore. Voici quelques résultats :

([1]) La quantité de matière à employer varie de $0^g,1$ à $0^g,5$ suivant la richesse en halogène.

	Halogène	
	calculé.	trouvé.
	pour 100	pour 100
Chlorure de méthylène CH^2Cl^2 (1).......	83,52	83,34
Iodoforme CHI^3........................	96,70	96,56
Hydrate de chloral $C^2H^3O^2Cl^3$...........	64,35	64,48
Chlorure d'éthylène $C^2H^4Cl^2$............	71,70	71,70
Bromure propylène $C^3H^6Br^2$............	79,20	79,38
Chloracétol $C^3H^6Cl^2$....................	62,83	62,78
Glycol monochlorhydrique C^2H^5OCl.....	44,09	44,09
Epidichlorhydrine α $C^3H^4Cl^2$............	63,96	63,96
Epichlorhydrine α C^3H^5OCl.............	38,37	38,32
Bromure d'isopropyle C^3H^7Br...........	65,04	65,06
Benzène monochloré C^6H^5Cl.............	31,55	31,45
Dichlorobenzène (*p*) $C^6H^4Cl^2$............	48,29	48,12
Benzène hexachloré C^6Cl^6...............	74,73	74,64
Toluène bromé (*o*) C^7H^7Br.............	46,78	46,72
Toluène bromé (*p*) C^7H^7Br.............	46,78	46,74
Chlorure benzyle C^7H^7Cl...............	28,06	27,96
Térébenthène monochlorhydrate $C^{10}H^{17}Cl$.	20,57	20,54
Phénol tribromé $C^6H^3OBr^3$.............	72,50	72,21
Anthracène bibromé $C^{14}H^8Br^2$...........	47,61	47,44

Ces résultats montrent que la méthode ne le cède en rien comme précision aux méthodes classiques à la chaux, ou aux tubes scellés de Carius. Tous ceux qui ont employé ce dernier procédé en connaissent les inconvénients : éclatement fréquent des tubes sous l'influence de la pression des gaz de la réaction; danger à l'ouverture des tubes et difficulté de recueillir intégralement tout le précipité d'argent. La méthode que nous donnons ici ne présente pas ces inconvénients, puisque les réactions se font en tube ouvert et à basse température; on n'a pas à craindre d'explosions, elle est plus rapide et permet de faire facilement cinq ou six dosages par jour; enfin, elle est très générale et s'applique aussi fort bien aux corps gazeux comme le chlorure de méthyle. Pour ces derniers nous donnerons la façon d'opérer dans un Mémoire plus détaillé.

(1) Tous ces corps ont été d'abord soigneusement purifiés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les sulfates chromiques condensés.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

On sait depuis les belles recherches de M. Recoura (¹) que, sous l'influence de l'ébullition, les *dissolutions de sulfate chromique violet* verdissent par suite d'une condensation due au mécanisme suivant :

$$\text{(I)} \qquad 2Cr^2(SO^4)^3 + H^2O = SO^4H^2 + Cr^4O(SO^4)^5.$$

La même réaction s'applique à l'alun de chrome et aux sels verts normaux, d'après mes recherches (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 42).

Le pentasulfate $Cr^4O(SO^4)^5$ est le même dans le cas des sels verts et dans le cas du sulfate violet, mais pour constater ce fait j'ai dû opérer dans des conditions identiques; car l'équilibre formulé par l'équation ci-dessus n'est que relativement stable, et peut être dépassé momentanément. En d'autres termes l'identification du pentasulfate est difficile parce que l'eau bouillante est capable de réagir sur le pentasulfate et de mettre momentanément en liberté une nouvelle quantité d'acide :

$$\text{(II)} \qquad Cr^2O(SO^4)^5 + H^2O = Cr^4O^2(SO^4)^4 + SO^4H^2.$$

Cela résulte des expériences thermochimiques ci-dessous :

Je prends une dissolution de sulfate vert normal à $\frac{1}{10}$ de molécule par litre. J'en fais deux parts égales. Chacune ayant été portée à l'ébullition puis rapidement refroidie dans l'eau glacée, j'ajoute $25^{éq}$ de baryte dissoute à la première portion et $30^{éq}$ à la seconde. Dans les deux cas la chaleur dégagée par équivalent de baryte est 18500^{cal}; c'est le nombre que donne la baryte au contact de l'acide sulfurique libre et étendu. Or $25^{éq}$ BaO correspondent à la neutralisation exacte, conforme à l'équation (I), de l'acide mis en liberté dans l'une ou l'autre portion. Et puisque la seconde portion absorbe identiquement $30^{éq}$ de baryte, c'est que la limite indiquée par l'équation (I) a été dépassée.

Pour contrôler ce résultat, je reprends la dissolution qui, altérée par $30^{éq}$ de baryte, contient moins de cinq radicaux SO^4 pour Cr^4; je la fais

(¹) *Recherches sur le sulfate chromique* (*Annales de Chim. et de Phys.*, 7ᵉ série, t. IV, 1895).

bouillir de nouveau; puis par un refroidissement énergique je l'amène rapidement à la température de 7°. Traitée alors par $5^{éq}$ de baryte, elle dégage 18200^{cal}; une nouvelle addition de $5^{éq}$ de base dégage encore 17800^{cal}, tandis qu'avant l'ébullition l'addition de baryte n'eût pas fourni 13500^{cal}. On est donc en droit de conclure que la seconde ébullition a encore mis en liberté de l'acide, conformément à l'équation (II).

Examen cryoscopique du sulfate vert de M. Recoura. — En chauffant le sulfate de chrome violet *solide* vers 90°, M. Recoura a obtenu le *sulfate vert* auquel il a donné la formule $Cr^2(SO^4)^3 + 8H^2O$. M. Wyrouboff (¹) lui attribue 5^{mol} d'eau après dessiccation à 110°. Il est peu probable que cette formule simple, $Cr^2(SO^4)^3$, attribuée au sulfate vert par les chimistes qui l'ont étudié, soit légitime. Ce sel obtenu à chaud est vraisemblablement une variété de sulfate condensé. C'est ce que prouvent les faits suivants :

Tout d'abord, à l'encontre de la grande solubilité des sulfates verts, l'hydrate formé à 110° est initialement insoluble dans l'eau. Sa poussière agitée 2 minutes avec 20 fois son poids d'eau glacée ne colore pas l'eau, mais elle lui abandonne une quantité appréciable d'acide sulfurique. Il faut plus d'une heure à 12° pour dissoudre ce sel et probablement à la suite d'une réhydratation. Quoi qu'il en soit, lorsqu'on détermine immédiatement le point de congélation de cette dissolution, on constate un abaissement de $-0^{o},29$, tandis qu'un sel normal au même taux de chrome fournit $-0^{o},41$. La présence de l'acide libre dans la première solution aurait dû au contraire déterminer un abaissement inférieur à $-0,41$. Comme cette différence pouvait être attribuée à la trop haute température de dessiccation du sulfate vert, j'ai chauffé à 90° pendant 12 heures du sulfate violet pulvérisé. Dans ces conditions, ce sel a perdu $11H^2O$; et le produit, plus rapidement soluble que le sulfate séché à 110°, n'exige plus qu'environ un quart d'heure pour sa complète dissolution dans 20 fois son poids d'eau. La solution aussitôt refroidie a été examinée au cryoscope. L'abaissement trouvé, $-0^{o},22$, est sensiblement la moitié de la valeur $-0^{o},41$ qui caractérise un sulfate normal au même taux.

Interprétation des résultats. — Donc, d'après les idées de M. Mathias, il y a association d'un nombre de molécules sulfuriques deux fois plus grand dans le sel vert que dans le sel violet; ce qui revient à dire que deux molécules chromiques violettes se condensent en une seule molécule de sulfate vert.

Si l'on veut imaginer ce sel condensé dans lequel tous les radicaux acides sont dissimulés, on devra faire choix d'une hypothèse. Si l'on admet, par exemple, que le radical SO^4 est dissimulé parce que ses deux valences

(¹) *Bull. de la Soc. chim.*, t. XXVII, 1902, p. 676.

sont directement saturées par le métal, le sulfate vert s'écrira

$$\begin{array}{c} SO^4 = \underset{|}{Cr} - SO^4 - \underset{|}{Cr} = SO^4 \\ SO^4 = Cr - SO^4 - Cr = SO^4. \end{array}$$

Comme le radical divalent SO^4 se change sous l'action de l'eau en deux radicaux monovalents SO^4H et OH, le schéma précédent fait prévoir l'existence d'une classe de sels dichromiques dont je crois avoir trouvé d'autres types dans la concentration des sels verts normaux.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'hordénine.* Note de M. **E. Léger**, présentée par M. Guignard.

L'hordénine, possédant à la fois une fonction amine tertiaire et une fonction phénol, peut donner des dérivés de l'une ou de l'autre de ces deux fonctions. Elle peut même fournir des composés qui dérivent, en même temps, de la fonction amine et de la fonction phénol.

Les dérivés de la fonction amine peuvent être des sels ou des dérivés alcoylés. Parmi ceux de la fonction phénol, nous pourrons avoir des éthers-sels ou des éthers-oxydes. Un certain nombre de ces dérivés ont été décrits dans des Notes antérieures ([1]). Nous y joindrons les suivants :

Dérivés de la fonction amine. Sels. — Le *tartrate neutre d'hordénine :*

$$(C^{10}H^{15}NO)^2, \quad C^4H^6O^6$$

ne se purifie bien que par cristallisation dans l'alcool à 95°. Aiguilles anhydres, très solubles dans l'eau.

Le *tartrate acide d'hordénine :* $C^{10}H^{15}NO$, $C^4H^6O^6$ s'obtient en ajoutant au sel précédent autant d'acide tartrique qu'il en renferme. On le purifie par cristallisation dans l'alcool à 85°. Aiguilles anhydres, un peu moins solubles dans l'eau que celles du sel neutre. *Analyse :* acidité dosée volumétriquement et exprimée en acide tartrique, trouvé : 24,39; calculé : 23,80.

Dérivés alcoylés. — *Chlorométhylate d'hordénine* : $C^{10}H^{15}NO$, CH^3Cl. 5g d'hordénine sont dissous dans 10g d'alcool méthylique. A la solution, placée dans un flacon à large ouverture, on ajoute 2g,50 à 3g de CH^3Cl. Le flacon est immédiatement bouché avec un bouchon de caoutchouc retenu par une ficelle et laissé en repos. Après 24 heures le mélange est pris en une masse d'aiguilles. On purifie par cristallisation dans

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 108; t. CXLIII, p. 234 et 916.

l'alcool méthylique. Aiguilles anhydres, très solubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool méthylique froid. *Analyse :* trouvé, Cl = 16,39; calculé, 16,47.

Chloroéthylate d'hordénine : $C^{10}H^{15}NO, C^2H^5Cl$. — On chauffe en tube scellé pendant 2 heures à 100°-110° un mélange de 2g d'hordénine, 8g d'alcool absolu et 4g de C^2H^5Cl. Après refroidissement, le tube est rempli de beaux cristaux incolores que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool absolu. Prismes anhydres, très solubles dans l'eau froide, moins solubles dans l'alcool froid. *Analyse :* trouvé, Cl = 15,36; calculé, 15,47.

Bromoéthylate d'hordénine : $C^{10}H^{15}NO, C^2H^5Br$. — Se prépare comme l'iodéthylate, mais en maintenant l'ébullition du mélange pendant 3 heures. Le dépôt cristallin formé est recueilli. On purifie par cristallisation dans l'alcool à 90°. Tables carrées, anhydres, très solubles dans l'eau chaude ou froide, peu solubles dans l'alcool. *Analyse :* trouvé, Br = 29,11 ; calculé, 29,20.

Iodéthylate d'hordénine : $C^{10}H^{15}NO, C^2H^5I$. — On chauffe, à reflux, un mélange de 4g d'hordénine, 8g d'alcool absolu et 5g de C^2H^5I. Après 2 à 3 minutes d'ébullition le liquide se remplit de cristaux; on continue à chauffer pendant 30 minutes. Le produit, lavé à l'alcool, est purifié par cristallisation dans l'eau. Aiguilles prismatiques anhydres, très solubles dans l'eau chaude, peu solubles à froid. *Analyse :* trouvé, I = 39,40; calculé, 39,56.

Dérivés de la fonction phénol. Éthers-sels. — Les corps suivants s'obtiennent par l'action des chlorures d'acides correspondants sur l'hordénine, en solution dans la pyridine. Après 12 heures de contact, le produit, souvent pris en masse, est étendu d'eau. La solution, sursaturée par NH^3, est épuisée à l'éther; puis la solution éthérée, soumise à la distillation, laisse comme résidu le corps cherché, souillé de pyridine. La solution sirupeuse résiduelle est additionnée de pierre ponce pulvérisée, de façon à former une matière pulvérulente. Après quelques jours d'exposition à l'air, l'odeur de pyridine ayant disparu, on épuise la poudre par l'éther et l'on distille à sec. Ces composés sont tellement solubles dans la plupart des dissolvants organiques qu'il est souvent impossible de séparer les cristaux des eaux mères. Les sels qu'ils forment avec certains acides cristallisent, au contraire, très facilement.

Le *chlorhydrate de benzoylhordénine :* $C^{10}H^{14}(C^7H^5O)NO, HCl$, s'obtient en saturant la base benzoylée par HCl, au sein de l'alcool faible. La solution, évaporée dans le vide, laisse un résidu cristallin qui est purifié par cristallisation dans l'alcool à 95°. Aiguilles anhydres, très solubles dans l'eau, beaucoup moins solubles dans l'alcool. *Analyse :* trouvé, HCl = 11,97; calculé, 11,95.

Le *bromhydrate de benzoylhordénine :* $C^{10}H^{14}(C^7H^5O)NO, HBr$, se dépose quand on sature, par HBr, l'hordénine mise en suspension dans l'alcool à 50°. On purifie par cristallisation dans l'alcool à 95°. Lamelles rectangulaires brillantes, anhydres, peu solubles à froid, dans l'eau ou l'alcool absolu, beaucoup plus solubles à chaud. La solution aqueuse mousse par l'agitation. *Analyse :* trouvé, HBr = 23,04; calculé, 23,14.

La *cinnamylhordénine* se dépose de l'alcool à 60° en aiguilles longues et fines, anhydres, fusibles à 55°,8 (corrigé). Elle prend rapidement une odeur d'essence d'amande amère, provenant, sans doute, d'une décomposition partielle.

Ses sels sont stables et cristallisent avec facilité. L'azotate, extrêmement peu so-

luble, peut s'obtenir par double décomposition, sous forme de poudre cristalline.

Le *chlorhydrate de cinnamylhordénine* : $C^{10}H^{14}(C^9H^7O)NO, HCl + H^2O$, cristallise dans l'alcool à 90° en aiguilles prismatiques, très solubles dans l'eau. *Analyse* du produit sec : trouvé, $HCl = 10,80$; calculé, 11,04. Eau de cristallisation : trouvé, $H^2O = 4,91$; calculé, 5,16.

Le *chlorhydrate d'anisylhordénine* : $C^{10}H^{14}(C^8H^7O^2)NO, HCl + H^2O$, cristallise dans l'eau en grandes tables efflorescentes. La solution mousse par agitation. *Analyse* du produit sec : trouvé, $HCl = 10,83$; calculé, 10,91. Eau de cristallisation : trouvé, $H^2O = 3,59$; calculé, 5,10.

DÉRIVÉ DES DEUX FONCTIONS : AMINE ET PHÉNOL. — Si l'on fait agir le sulfate diméthylique sur l'hordénine en solution méthylalcoolique, on obtient un corps incristallisable qui est vraisemblablement un produit d'addition : le sulfométhylate d'hordénine. En effet, si, après avoir chassé l'alcool, on reprend par l'eau le produit de la réaction, on obtient une solution qui donne avec NaI un abondant précipité d'iodométhylate d'hordénine

$$C^{10}H^{15}NO\begin{cases}CH^3\\ SO^4CH^3\end{cases} + NaI = C^{10}H^{15}NO\begin{cases}CH^3\\ I\end{cases} + SO^4CH^3Na.$$

Iodométhylate de méthylhordénine :

$$C^6H^4\begin{cases}CH^2 - CH^2 - N\begin{cases}CH^3\\ =(CH^3)^2\\ I\end{cases}\\ OCH^3\end{cases}.$$

— L'iodométhylate d'hordénine, mis en contact à froid avec du sulfate de méthyle et de la soude en quantité suffisante pour qu'il y en ait un léger excès, se change en iodométhylate de méthylhordénine.

Ce produit, assez soluble dans le milieu où il prend naissance, se précipite quand on ajoute un excès de NaI. Le liquide se prend en une masse de longues aiguilles feutrées renfermant $1\frac{1}{2}H^2O$. On purifie par deux cristallisations dans l'eau. *Analyse* du produit sec : trouvé, $I = 39,40$; calculé, 39,56. Eau de cristallisation : trouvé, $H^2O = 7,68$; calculé pour $1\frac{1}{2}H^2O$, 7,75.

Rappelons que l'iodométhylate d'hordénine cristallise en prismes anhydres renfermant $I = 41,36$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'azotate d'acétyle.* Note de MM. **Amé Pictet** et **Eugène Khotinsky**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons obtenu l'azotate d'acétyle, $CH^3 - COO - AzO^2$, en dissolvant à froid l'anhydride azotique dans l'anhydride acétique :

$$\begin{matrix}CH^3 - CO\\ CH^3 - CO\end{matrix}\Big\rangle O + \begin{matrix}AzO^2\\ AzO^2\end{matrix}\Big\rangle O = 2CH^3 - CO - O - AzO^2.$$

Ce nouveau composé ne peut être séparé de l'anhydride acétique en excès par distillation sous la pression ordinaire (lorsqu'on chauffe le mélange, il s'y produit, vers 60°, une violente réaction, avec dégagement de vapeurs nitreuses et formation de tétranitrométhane). Mais nous avons pu l'isoler par fractionnement sous pression réduite. Il passe à 22° sous la pression de 70^{mm}; c'est un liquide incolore, très mobile et très hygroscopique, qui répand à l'air d'abondantes fumées et qui détone avec violence lorsqu'on le chauffe brusquement.

Cette dernière propriété nous a empêchés d'en faire l'analyse par combustion; nous en avons fixé la composition d'une manière indirecte, en le dissolvant dans l'eau et en déterminant dans cette solution la quantité totale d'acides azotique et acétique par titrage, et la quantité d'acide azotique par la méthode de Kjeldahl.

$1^g,345$ de substance ayant été dissous dans 500^{cm^3} d'eau, nous avons trouvé que 50^{cm^3} de cette solution sont neutralisés par $0^g,1018$ de soude caustique et contiennent $0^g,0799$ d'acide azotique.

Calculé pour $HAzO^3 + C^2H^4O^2$:

$$NaOH = 0^g,1025,$$
$$HAzO^3 = 0^g,0807.$$

Ces résultats montrent que notre composé, en fixant les éléments d'une molécule d'eau, fournit des quantités équimoléculaires d'acides azotique et acétique, et qu'il constitue, par conséquent, l'anhydride mixte de ces deux acides.

L'azotate d'acétyle réagit avec les alcools en donnant leurs éthers acétiques ou leurs éthers azotiques, suivant la nature de l'alcool et la température. Il transforme l'aniline en un mélange équimoléculaire d'acétanilide et d'azotate d'aniline.

Il se comporte, vis-à-vis des substances aromatiques, comme un agent nitrant d'une grande puissance. L'énergie de la nitration provient du fait qu'elle a lieu sans élimination d'eau :

$$R - H + AzO^2 - O - COCH^3 = R - AzO^2 + CH^3COOH.$$

L'azotate d'acétyle nitre le benzène, le toluène, l'anthracène, le thiophène, à une température inférieure à 0°. En présence des dérivés de substitution du benzène, il manifeste, en outre, une tendance à introduire le radical AzO^2 dans la position *ortho* par rapport aux groupes substituants. On obtient, par exemple, avec le toluène 10 fois plus de dérivé orthonitré

que de dérivé paranitré. Avec l'acétanilide, il se forme exclusivement l'orthonitro-acétanilide.

L'azotate d'acétyle pourra donc, selon nous, être utilisé avec avantage dans la préparation de certains dérivés aromatiques nitrés, difficiles à obtenir jusqu'ici en grandes quantités ; nous poursuivons l'étude de son action sur les composés organiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le benzoylglyoxylate d'éthyle.* Note de M. **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

Le benzoylglyoxylate d'éthyle, qui fait l'objet de cette Note, appartient à la série des éthers α-β dicétoniques dont il constitue le second représentant connu. Le premier terme : l'acétylglyoxylate d'éthyle ou dicétobutyrate d'éthyle, a été décrit ici même, en collaboration avec M. Bouveault, il y a déjà quelque temps (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1221).

Le benzoylglyoxylate d'éthyle se prépare à partir du benzoylacétate d'éthyle; il en dérive par le remplacement du groupement méthylénique par le groupement cétonique

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - COOC^2H^5 \rightarrow C^6H^5 - CO - CO - COOC^2H^5.$$

La méthode qui permet de réaliser cette transformation est, à quelques modifications près, la même que celle qui nous a servi, à M. Bouveault et à moi dans le cas des éthers maloniques ou acétylacétiques.

On dissout un mélange de 35^g de benzoylacétate d'éthyle et de 30^g d'anhydride acétique dans 150^g d'éther anhydre, et, dans le liquide placé dans un ballon muni d'un réfrigérant, l'on fait passer un courant d'anhydride nitreux desséché sur la ponce phosphorique. La solution jaunit et s'échauffe, l'éther entre en ébullition, puis, peu à peu, il se produit un dégagement gazeux qui se continue pendant quelque temps et finit par se ralentir en même temps que la température décroît. La réaction est terminée quand le liquide a pris une teinte vert foncé.

Après un repos de quelques heures, on chasse l'éther au bain-marie et l'excès d'acide acétique sous pression réduite. Le liquide restant est ensuite distillé dans un bon vide; il se produit une décomposition passagère, puis il passe un liquide coloré en jaune vers 140°-160° sous 15^{mm}. Ce produit renferme comme impureté de l'acide benzoïque qui cristallise par refroidissement et que l'on élimine par agitation répétée avec du carbonate ou mieux du bicarbonate de sodium étendus. Après lavage à l'eau, on rectifie dans le vide et le nouveau composé passe maintenant, sans décomposition, à 150°-153° sous 13^{mm}; il constitue, d'après son analyse et ses réactions, le benzoyl-

glyoxylate d'éthyle

$$C^6H^5.CO - CO - CO.OC^2H^5.$$

Le rendement en produit pur atteint 50 à 55 pour 100 du poids de benzoylacétate employé.

Le benzoylglyoxylate d'éthyle est un liquide jaune orangé, mobile quand il est fraîchement préparé, sans odeur spéciale. Il est plus lourd que l'eau ($D_0 = 1,188$), dans laquelle il est insoluble, mais miscible avec les dissolvants organiques. Il se combine à l'eau, et surtout à l'alcool, en dégageant beaucoup de chaleur et en se décolorant complètement : les hydrates et les alcoolates qui se forment ne cristallisent pas.

La préparation du benzoylglyoxylate d'éthyle a déjà été tentée par MM. Sachs et Wolff par un procédé tout différent (*D. chem. G.*, t. XXXVII, p. 3235); ils n'ont obtenu qu'un corps blanc, cristallisé, fondant à 91°,5, qu'ils considèrent comme un produit de condensation de l'éther dicétonique qu'ils cherchaient avec l'éther benzoylacétique.

J'ai réussi à préparer un tel produit en ajoutant quelques gouttes de pipéridine au mélange équimoléculaire de benzoylglyoxylate et de benzoylacétate d'éthyle. Il se forme un corps cristallisé en aiguilles blanches présentant bien la composition

$$C^{11}H^{12}O^3 + C^{11}H^{10}O^4 = C^{22}H^{22}O^7,$$

mais fondant à 109°-110°.

Le benzoylglyoxylate d'éthyle a été caractérisé par les réactions suivantes, qui en fixent la constitution :

Le chlorhydrate d'hydroxylamine réagit en milieu hydroalcoolique pour donner une *monoxime;* celle-ci est identique avec l'isonitrosobenzoylacétate d'éthyle. Il n'y a donc que le carbonyle α qui soit entré en réaction :

$$C^6H^5.CO.CO.COOC^2H^5 + NH^2OH = H^2O + C^6H^5 - CO - \underset{\underset{NOH}{\|}}{C} - COOC^2H^5.$$

Contrairement à ce qui a lieu dans le cas de l'acétylglyoxylate d'éthyle où il est impossible de limiter la réaction à un seul groupe cétonique, il n'a pas été possible ici de préparer une dioxime quelles qu'aient été les conditions de l'expérience. En employant le procédé de M. Crismer, il se forme une très petite quantité d'un corps cristallisé présentant les réactions de l'oximidophénylisoxazolone

$$\begin{array}{l} C^6H^5 - C - C = NOH \\ \qquad\quad \| \quad\ | \\ \qquad\quad N \quad CO \\ \qquad\qquad \diagdown\ \diagup \\ \qquad\qquad\ \ O \end{array}$$

L'éther benzoylglyoxylique donne avec l'*o*-phénylène diamine le *2-phénylquinoxaline-3-carbonate d'éthyle*

$$C_6H_4\begin{cases}NH^2\\NH^2\end{cases} + \begin{matrix}CO-C^6H^5\\ | \\ CO-COOC^2H^5\end{matrix} = 2H^2O + C_6H_4\begin{cases}N \searrow C-C^6H^5\\ \qquad | \\ N \nearrow C-COOC^2H^5\end{cases}$$

qui forme de fines aiguilles blanches fondant à 65°-66°.

Avec la semicarbazide il se forme un mélange de plusieurs corps dont la séparation est très pénible; l'un d'eux forme des aiguilles légèrement jaunâtres fondant vers 185°-190° en se décomposant et dont la composition répond sensiblement à une *disemicarbazone* (¹)

$$C^{13}H^{16}N^6O^4 + H^2O.$$

Avec l'aniline en milieu acétique étendu le benzoylglyoxylate d'éthyle donne un *dianilide* cristallisé en petites aiguilles jaunes fondant à 127°. Sa composition correspond à $C^{23}H^{22}N^2O^3$.

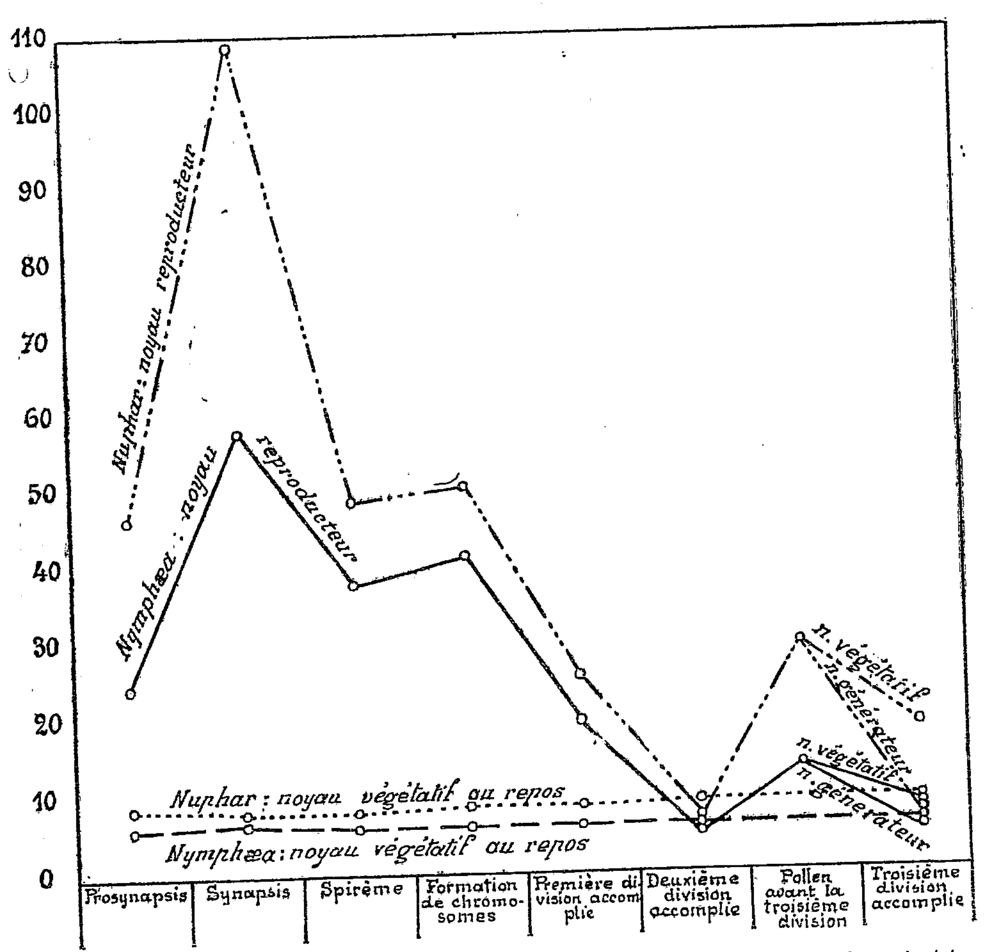
Le benzoylglyoxylate d'éthyle se combine également à la phénylhydrazine.

BOTANIQUE. — *Sur les variations de volume du noyau, de la masse chromatique et de la cellule, au cours du développement du pollen de* Nymphæa alba *et* Nuphar luteum. Note de MM. **W. Lubimenko** et **A. Maige**, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait quel grand intérêt offre, au point de vue de la Biologie générale, le phénomène de la réduction chromatique dans les cellules sexuelles, et combien cette importante question présente encore actuellement de points obscurs ou discutés, à cause des grandes difficultés d'observation qui s'attachent à son étude. Au cours de recherches que nous avons entreprises sur le développement du pollen chez les *Nymphæa alba* et *Nuphar luteum*, nous avons étudié les variations de volume que présentent le noyau, la masse chromatique et la cellule au cours du développement du pollen. Les courbes ci-après représentent les résultats obtenus; sur l'axe des abscisses

(¹) Les dosages de l'azote ont toujours accusé un déficit de plus de 1,5 pour 100 par suite de la difficile combustion de la substance.

sont marqués les divers états de développement des noyaux reproducteurs, et les ordonnées correspondantes représentent les volumes des noyaux. Dans le noyau lui-même les valeurs relatives de la masse chromatique ont été calculées en comparant les surfaces moyennes des plaques équatoriales des trois divisions polliniques et des divisions végétatives. Nous nous con-



Variations des volumes des noyaux dans le tissu reproducteur ainsi que dans le parenchyme intérieur des étamines pendant les différents stades de développement du pollen.

tenterons, dans cette Note, d'énoncer brièvement les principaux résultats, qui découlent des mesures effectuées sur les plaques équatoriales, et de la lecture des courbes précédentes. Si l'on étudie chez une même espèce les variations de volume du noyau et de la cellule :

a. Dans le parenchyme végétatif de l'anthère, le volume du noyau demeure sensiblement constant pendant tout le développement de l'anthère, tandis que celui de la cellule va en augmentant d'une manière continue, suivant les lois générales de la croissance; il en résulte que le rapport $\frac{N}{C}$ du volume du noyau à celui de la cellule va en décroissant sans interruption; ce rapport est sensiblement le même chez les deux espèces prises au même stade de développement.

b. Dans les cellules mères du pollen, il est nécessaire de passer en revue successivement les différentes phases du développement.

1° *Première division.* — Au début, après la différenciation des cellules mères définitives, le noyau de celles-ci subit une croissance très rapide, et le rapport $\frac{N}{C}$ augmente dans une forte proportion; cet accroissement du noyau porte à la fois sur la masse chromatique et sur le suc nucléaire, mais principalement sur ce dernier; l'accumulation considérable du suc nucléaire, qui se produit ainsi à l'intérieur du noyau, détermine une rupture d'équilibre de ses divers éléments et conduit à l'état particulier que l'on a désigné sous le nom de *synapsis*. Ce stade est caractérisé par la rupture de la membrane nucléaire, et la contraction du réseau lino-chromatique autour du nucléole; c'est à ce moment que le rapport $\frac{N}{C}$ est le plus grand et que le noyau de la cellule mère possède le volume absolu le plus considérable. Au stade du *synapsis* fait suite celui du *spirème*, où le noyau retrouve ses conditions normales d'équilibre; ce stade est caractérisé par une diminution de volume du noyau et une reconstitution de sa membrane. Ensuite, et par la série des stades connus, on arrive à la métaphase de la première division. A ce moment, les mesures montrent que la masse chromatique est *un peu plus du double* de celle qui entre en jeu dans une division végétative.

Cette masse se répartit également entre les deux noyaux jumeaux dont la substance chromatique est ainsi sensiblement égale à la plaque nucléaire d'un noyau végétatif en voie de division, et dont le volume est moitié moindre de celui du noyau de la cellule mère au stade du spirème.

2° *Deuxième division.* — Comme les noyaux jumeaux ne traversent aucune phase de repos, mais entrent immédiatement en division, leur masse chromatique reste la même; il en résulte que chacun des quatre noyaux qui proviennent de la deuxième division se constitue avec une masse chromatique deux fois plus petite, c'est-à-dire sensiblement égale à la moitié de la plaque nucléaire d'une division végétative; en d'autres termes, à la fin de la deuxième division, chacun des quatre noyaux est tout à fait comparable, au point de vue de la quantité de chromatine, à un noyau végétatif pris au stade de la télophase.

3° *Tétrades et troisième division.* — A partir de ce moment, et pendant tout le stade des tétrades et le développement des grains de pollen isolés, le noyau de chacune des quatre cellules filles augmente considérablement de volume; sa masse chromatique

devient plus de deux fois plus grande, et le suc nucléaire qu'il renferme s'accroît dans une proportion encore plus forte.

La troisième division donne naissance, comme on le sait, à deux noyaux de volume très inégal; cette division met en jeu une masse chromatique un peu plus grande que celle d'une division végétative; mais, contrairement à ce qui se passe dans les deux premières divisions reproductrices ou dans les divisions végétatives, la masse chromatique de la métaphase semble se répartir en deux moitiés très inégales, dont l'une, plus grande, forme le noyau végétatif, et l'autre le noyau générateur. Néanmoins, ce dernier noyau se constitue, à la télophase, avec une masse chromatique à peu près égale à celle qu'on observe, au même stade, dans la formation d'un noyau végétatif.

Puisque chaque division végétative peut être considérée comme une réduction de la masse chromatique à la moitié, la conclusion la plus importante de cette étude sera la suivante :

A aucun stade de développement du pollen il ne se produit, dans des noyaux reproducteurs, de réduction quantitative absolue de la masse chromatique.

ZOOLOGIE. — *Sur deux nouvelles Antilopes de l'Afrique centrale :* Cephalophus centralis *nov. sp. et* Cephalophus æquatorialis *Matsch sub-sp.* Bakeri *nov. sub-sp.* Note de MM. **Maurice de Rothschild** et **Henri Neuville**, présentée par M. Edmond Perrier.

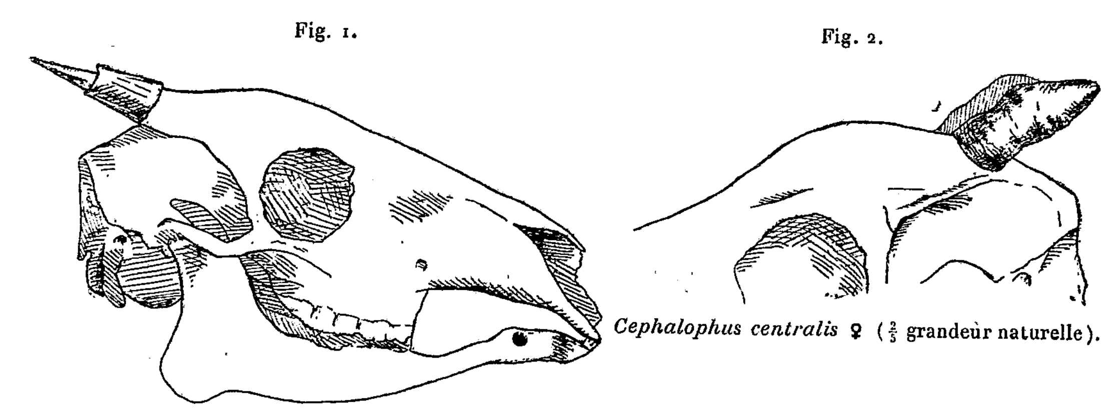
Nous avons attiré l'attention de l'Académie, dans deux Notes toutes récentes, sur des Céphalophes nouveaux de la vallée de l'Ituri (*Cephalophus Leopoldi* Roth. et Neuv. et *Cephalophus ituriensis* Roth. et Neuv.). En poursuivant nos études sur des matériaux provenant de cette région, nous avons été amenés à établir, dans ce même genre, une nouvelle espèce et une nouvelle sous-espèce. Ces résultats, que nous soumettons à l'examen de l'Académie, rendent encore plus évident le double intérêt qui s'attache à l'étude des Céphalophes et à celle de la faune, toujours riche en nouveautés, de l'Afrique centrale.

Cephalophus centralis nov. sp. — Cette nouvelle espèce est très étroitement alliée au *C. natalensis* Gray. Nous ne pouvons nous étendre ici sur les autres comparaisons qu'il conviendrait d'en faire et nous nous bornerons à mettre très brièvement en évidence ses caractères distinctifs, en les opposant seulement, quand il y a lieu, à ceux du *natalensis*.

La coloration générale est très voisine ou même identique dans les deux cas; la principale différence, au point de vue de la coloration, porte sur les extrémités. Tandis

que les pattes du *natalensis* sont colorées comme le corps, ou à peine un peu plus foncées, simplement pourvues d'une légère tache linéaire noirâtre dans la variété *Vassei* Trt. du Mozambique, elles sont entièrement teintées de noirâtre dans notre nouvelle espèce, sans atteindre, toutefois, la teinte foncée des pattes du *nigrifrons*. Par contre, le nez, le front et la toufle frontale sont moins mélanisés que dans

Fig. 1. Fig. 2.

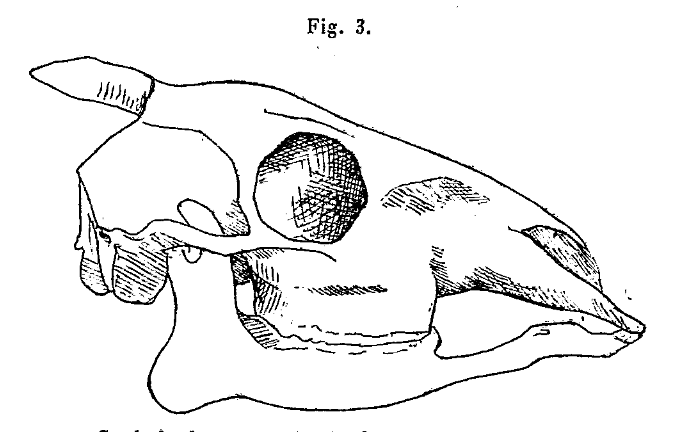


Cephalophus centralis ♀ (2/5 grandeur naturelle).

Cephalophus centralis ♂ (2/5 grandeur naturelle).

le *natalensis*. Chez ce dernier en effet, le nez et le front sont noirâtres, et la touffe frontale est très sensiblement teintée de cette même couleur. Chez le *centralis* au contraire, cette touffe reste rousse; le nez et le front, un peu noirâtres chez deux jeunes mâles, pâlissent chez deux femelles adultes, de telle sorte que le front conserve la colo-

Fig. 3.



Cephalophus centralis ♀ (2/5 grandeur naturelle).

ration des parties avoisinantes et que le nez seul reste foncé. Le ventre du *C. centralis* est à peine plus clair que les flancs; chez l'un de nos sujets, il est marqué d'une ligne médiane un peu plus foncée, teintée de noirâtre; le menton est blanc, la poitrine est parsemée de blanc, et la région inguinale est blanchâtre. Les oreilles sont terminées de noir et les poils de la nuque sont dirigés en avant. Enfin la taille est nettement

plus élevée dans cette espèce nouvelle que dans le *natalensis*, et tandis que celui-ci ne semble pas dépasser le Zambèze, au nord duquel il fait place à d'autres formes, notre *C. centralis* provient d'une région fort éloignée de celle-ci et différente au point de vue faunique général.

Les cornes sont présentes dans les deux sexes. De même que chez le *C. natalensis* par exemple, celles des jeunes sujets, au moins chez les mâles, présentent à la base une sorte de gaine rugueuse (voir *fig.* 1) qui peut subsister jusque dans l'état adulte. Celles des femelles s'émoussent avec l'âge d'une manière très remarquable (voir *fig.* 2 et 3); nous avons rencontré ce même fait, mais moins prononcé, chez des femelles âgées d'autres Céphalophes (*niger* et *natalensis*).

En résumé, le *Cephalophus centralis*, très voisin du *natalensis*, s'en distingue essentiellement par la teinte sombre des pattes, la teinte exclusivement rousse, non mélangée de noir, de la touffe frontale, la coloration plus claire du front et par une taille plus élevée; l'habitat de chacune de ces deux espèces est enfin très différent.

Dimensions de deux mâles encore jeunes : longueur de la base des cornes à la naissance de la queue, $0^m,79$ et $0^m,765$; hauteur aux épaules, $0^m,46$ et $0^m,535$.

Cephalophus æquatorialis Matsch. sub-sp. *Bakeri* nov. sub-sp. — Cette sous-espèce, que nous sommes heureux de dédier à M. H. Hyde Baker, se distingue du type, très rare jusqu'ici dans les collections, par sa coloration générale et surtout par celle du ventre. Le dos est d'une teinte noire plus chaude, très brillante, participant du roux et de l'ardoisé; le ventre, à peine plus clair que le dos chez le *C. æquatorialis*, où il est d'une teinte brun-isabelle, s'éclaircit au contraire beaucoup dans cette nouvelle sous-espèce; parfois éclairci, sur la ligne médiane, jusqu'au blanc pur, il est, dans nos six spécimens, d'une très légère teinte gris ardoisé, rappelant d'une manière extrêmement atténuée la coloration du dos. La gorge est blanche ou blanchâtre. La fourrure, à poils relativement longs, est, dans son ensemble, d'une fort belle apparence. La femelle est dépourvue de cornes. La taille, enfin, paraît susceptible de s'élever au-dessus de celle du type, la hauteur aux épaules atteignant $0^m,342$ sur l'un de nos sujets, qui est un mâle adulte jeune. Cette nouvelle sous-espèce habite la forêt de l'Ituri et se rattache ainsi à la faune congolaise, alors que le type n'est connu jusqu'ici que dans l'est de l'Ouganda.

ZOOLOGIE. — *Les affinités des* Bradypodidæ (*Paresseux*) *et, en particulier, de l'*Hemibradypus Mareyi *Anth. avec les* Hapalopsidæ *du Santacruzien de l'Amérique du Sud*. Note de M. R. ANTHONY, présentée par M. Edmond Perrier.

La question des affinités des *Bradypodidæ* actuels ou Paresseux avec les *Hapalopsidæ* qu'il paraît naturel de considérer comme leurs ancêtres, n'a

jamais été, faute de documents suffisants, étudiée d'une façon précise. L'insuffisance de documentation ne semble pas porter sur ces Édentés fossiles du Santacruzien de l'Amérique du Sud, que récemment Scott (1903) nous a si bien fait connaître, mais bien plutôt sur les *Bradypodidæ* actuels.

En effet, s'il est assez facile de rapprocher dans l'ensemble les Paresseux anciennement connus, c'est-à-dire le *Cholœpus* et le *Bradypus*, des *Hapalopsidæ*, il n'est pas aussi aisé, dans l'état actuel de nos connaissances sur les *Bradypodidæ*, d'établir les détails de cette comparaison que rendent encore plus difficile les modifications considérables qu'a subies la morphologie de ces animaux par le fait d'une adaptation secondaire à la vie arboricole.

Le *Cholœpus* et le *Bradypus* se trouvent alors l'un et l'autre rapprochés par certains caractères, éloignés par certains autres de la souche santacruzienne sans qu'il soit exactement possible d'établir lequel des deux en est, en somme, le plus voisin.

L'animal nouveau dont j'ai indiqué les principaux caractères dans ma Note récemment présentée à l'Académie et auquel j'ai donné le nom d'*Hemibradypus Mareyi* nov. gen. nov. sp. m'a permis de jeter, je crois, une certaine clarté sur la question des affinités morphologiques des *Bradypodidæ* avec leurs ancêtres probables.

Le Tableau suivant, qui résume quelques-uns des principaux caractères ostéologiques des genres *Hapalops*, *Hemibradypus*, *Cholœpus* et *Bradypus* permet mieux qu'un long texte de se rendre compte que de tous les Paresseux actuels l'*Hemibradypus* est incontestablement celui qui se rapproche le plus de la souche santacruzienne.

Hapalops.	*Hemibradypus.*	*Cholœpus.*	*Bradypus.*
1° Perforation sus-épitrochléenne.	+	+	Pas de perforation.
2° Diastème variable en arrière de la première dent.............	Pas de diastème.	Diastème.	Pas de diastème.
3° 5 doigts complets au membre antérieur.....................	3 doigts complets.	[illegible] doigts complets.	doigts complets.
4° Réduction transversale du doigt IV.....................	+	Doigt IV disparu.	Doigt IV égal aux autres doigts.
5° 3 os à la deuxième rangée carpienne....................	+	+	2 os.
6° Ptérygoïdes étroits...........	Ptérygoïdes bulleux.	Ptérygoïdes bulleux.	+

Nota. — Les croix qui se trouvent dans les deuxième, troisième et quatrième colonnes indiquent chez l'*Hemibradypus*, le *Cholœpus* et le *Bradypus* la présence des caractères existant chez l'*Hapalops*.

Insistons plus spécialement : 1° sur le fait de la réduction transversale

du doigt IV qui, déjà très nettement perceptible chez l'*Hapalops*, est très marquée chez l'*Hemibradypus* et n'existe pas chez le *Bradypus*; 2° sur la présence, chez l'*Hemibradypus* et le *Cholœpus* à l'exclusion du *Bradypus*, de la perforation sus-épitrochléenne constante chez tous les *Hapalopsidæ* du Santacruzien; 3° sur la présence, chez l'*Hemibradypus* et le *Cholœpus* comme chez les *Hapalopsidæ* de trois os à la deuxième rangée carpienne.

Aux *Hapalops* du Santacruzien, animaux vraisemblablement semi-fouisseurs, ont dû faire suite à la fin des temps tertiaires des formes commençant à s'adapter à la vie arboricole par la disparition progressive des doigts I et V et l'allongement des rayons digités subsistant. Le *Nothropus priscus* Burm. a peut-être été un de ces Paresseux primitifs encore très mal connus et qu'il paraît rationnel de considérer comme ayant conservé de leurs ancêtres les caractères de l'humérus, du carpe et du doigt IV. En supposant un peu plus accentuée l'adaptation à l'existence arboricole, nous passons tout naturellement à l'*Hemibradypus*.

De ce dernier on peut être conduit, soit au *Cholœpus* par la disparition du doigt IV, soit au *Bradypus*, le doigt IV reprenant alors des dimensions égales à celles des autres doigts, la perforation sus-épitrochléenne disparaissant et le nombre des os de la deuxième rangée carpienne se réduisant à deux.

Quoi qu'il en soit de la question de ces affinités de l'*Hemibradypus* avec le *Cholœpus* ou le *Bradypus* (question qu'une étude anatomique détaillée pourra seule résoudre), l'*Hemibradypus Mareyi* Anth. peut être considéré comme présentant un ensemble de caractères morphologiques très anciens; c'est au point de vue anatomique le plus rapproché de tous les Paresseux actuels de la souche santacruzienne, l'anneau qui nous manquait dans la chaîne que constituent l'*Hapalops* et les Paresseux d'aujourd'hui.

PHYSIOLOGIE. — *Les produits toxiques de l'organisme (extraits musculaires).* Note de MM. **Charrin** et **Goupil**, présentée par M. d'Arsonval.

On sait que les tissus de l'organisme, même les plus normaux, contiennent des produits qui, injectés à l'animal, provoquent des accidents de variable intensité, depuis les plus légers jusqu'aux plus graves. Quelques-uns de ces produits pénètrent avec les aliments, dont fréquemment ils font partie intégrante; d'autres proviennent des fermentations gastro-intestinales; les plus nombreux dérivent des mutations intimes de la nutrition.

Or, des expériences nous ont montré, au point de vue absolu, combien en pareille matière les notions que nous possédons sont incomplètes, mêmes erronées; d'autre part, une fois de plus, ces expériences ont mis en lumière à quel point malheureusement nos recherches expérimentales sont esclaves de l'état plus ou moins parfait de nos appareils et de nos procédés techniques.

Expérience I. — On hache finement du tissu musculaire (500^g) débarrassé des éléments graisseux. On ajoute de l'eau salée à 6 pour 1000 (en général, $\frac{1}{5}$) et durant 24 heures on laisse macérer. Si l'on ajoute de l'eau distillée, les résultats sont sensiblement les mêmes.

On divise la masse en deux parties égales. De la première, pressée à la presse à main, on extrait en moyenne 120^{cm^3} à 150^{cm^3} de liquide; la seconde soumise à l'action d'une presse hydraulique (donnant une pression de $15\,000^{kg}$), suivant les tissus et diverses conditions, fournit une quantité supérieure d'un quart ou de moitié.

En injectant le premier suc dans la veine de l'oreille d'un lapin, par kilogramme d'animal il faut, en général, introduire des volumes correspondant à 95^g, à 110^g, 125^g de muscle pour observer des accidents graves aboutissant à la mort. En particulier, on note de l'accélération respiratoire, parfois, vers la fin, un myosis prononcé, et, quand on détache l'animal, on peut enregistrer une légère parésie des pattes antérieures.

Ramené à un volume identique (si l'on opère avec le volume primitif, les changements sont peu accentués), le second extrait se montre beaucoup plus toxique. Il suffit de faire pénétrer des doses représentant les principes provenant de 55^g à 70^g de tissu musculaire, par 1000^g de matière vivante, pour déterminer des désordres plus intenses que dans le cas ou l'on injecte le premier liquide. Les convulsions sont plus marquées le myosis est plus accentué et, quand avec le suc de la presse à main, la mort survient au bout de quelques heures, avec le produit de la presse hydraulique on l'obtient en quelques minutes.

En somme, on observe des différences quantitatives considérables; les modifications qualitatives sont peut-être moins nettes.

Examinés à divers points de vue, ces deux extraits offrent d'intéressantes particularités.

La densité du premier (presse à main) oscille aux environs de 1023 et, si l'on ramène au même volume, de 1025; pour celle du second, on trouve 1030. Les points de congélation sont, pour le liquide de la presse à main, en moyenne $-0°,52$ et, en égalisant les volumes, $-0°,39$; le point de congélation du suc de la presse hydraulique est $-0°,84$.

La teneur en albumine (chaleur, acide trichloracétique à froid), d'un liquide à l'autre, varie peu. Par contre, l'extrait obtenu à l'aide de la presse hydraulique est nettement plus riche (plus de moitié en bases, corps amidés, alcaloïdiques, urée, etc.).

Ainsi, à ce point de vue, la quantité des produits n'est pas seule modifiée, la qualité offre aussi d'importantes différences, dont de nouvelles expériences montreront la valeur.

En tout cas, dès à présent, grâce à des perfectionnements techniques, on est en droit de conclure que la teneur du muscle en produits toxiques est bien plus considérable qu'on ne l'admet.

Inattaquable au point de vue absolu, cette conclusion dans le domaine des faits, des réalités, a-t-elle la même portée? Autrement dit, dans l'économie, les pressions osmotiques, le renouvellement, la durée des contacts, les altérations anatomiques, l'autolyse, etc., différents facteurs peuvent-ils mettre en liberté ces principes toxiques en partie fixés sur le protoplasma? Une réponse positive est vraisemblable. Reste à connaître la fréquence de ces phénomènes.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'interprétation de certains faits de vision colorée.* Note de M. **Adrien Guébhard**, présentée par M. Alfred Giard.

D'une série de cas de *vision colorée*, très bien observés par M. E.-P. Fortin ([1]), celui-ci a déduit des conclusions pratiques qui forment un utile complément aux règles anciennement établies par Chevreul. Mais il y a, dans l'interprétation, un détail qui vaut qu'on s'y arrête.

« Si l'œil, dit M. Fortin, a été exposé pendant 2 ou 3 minutes à la lumière, ... *il ajoute en quelque sorte du bleu-vert* à toutes les couleurs qu'il perçoit. »

Certes, tout se passe bien effectivement *comme si* l'œil « ajoutait du bleu-vert »; mais, à prendre cette expression à la lettre, c'est-à-dire à imaginer l'œil faisant de la lumière, ou seulement de la sensation, encore faudrait-il alors connaître énergétiquement la source équivalente de l'une, le stimulus provocateur de l'autre.

En réalité, le mécanisme physiologique est justement l'inverse. L'œil, subjectivement, *fait soustraction de rouge,* parce que, inondé de rouge objectivement à travers ses enveloppes vasculaires opaques pour le reste du spectre seul, et laissant passer presque librement le spectre du

([1]) E.-P. Fortin, *Une précaution à prendre lors de l'observation des couleurs* (*Comptes rendus,* t. CXLIV, 14 janvier 1907, p. 102).

sang qui les irrigue, il est mis, par rapport au rouge (qui correspond à peu près au maximum de la sensibilité chromatique du pourpre rétinien), dans le même état d'anesthésie régressive, ou de *fatigue*, que le serait pour le violet, par surexposition, une plaque photographique ordinaire.

Plus exactement encore, la rétine imprégnée insidieusement de lumière parasite rouge est, vis-à-vis d'impressions nouvelles, comme une plaque spécialement sensibilisée pour le rouge et accidentellement voilée à la chambre rouge. Tandis que, sur plaque ordinaire, le voilage a pour effet de faire descendre du violet au rouge le maximum de la sensibilité spectrale (¹), celui-ci remonte du rouge au violet, mais toujours, dans l'un et l'autre cas, en s'arrêtant de préférence au vert.

C'est ce qui se manifeste avec une intensité particulièrement remarquable dans l'expérience de la *lueur verte* (²) qui apparaît sur toute surface blanche, point trop éblouissante, qu'on regarde après avoir tenu, pendant un temps convenable (³), les yeux fermés en pleine lumière. La réciproque de ce phénomène consiste à percevoir en lettres de feu, ou plutôt de sang, à chaque petit déplacement, les caractères noirs d'un journal qu'on lit en marchant au milieu d'une réverbération intense (⁴).

(¹) A. Guébhard, *L'inversion photographique* (*Revue des sciences photographiques*, t. II, 1905, p. 167 et suiv.). — *Sur la fonction photographique* (*Journal de Physique théorique et appliquée*, 4ᵉ série, t. IV, 1905, p. 340; t. V, 1906, p. 39).

(²) A. Chauveau, *Sur l'existence de centres nerveux distincts pour la perception des couleurs du spectre* (*Comptes rendus*, t. CXV, 1892, p. 908-914). — A. Guébhard, *Sur la* vision verte *observée par M. Chauveau* (*Séances de la Société française de Physique*, 1893, p. 129-132). J'ai montré que la condition du sommeil préalable, sur laquelle M. Chauveau basait sa théorie, n'était point nécessaire et que le phénomène, si l'on tenait compte de l'action latente du rouge infiltré à travers l'épaisseur charnue des paupières occluses, se ramenait à un *contraste successif* de Chevreul.

(³) Lorsqu'on ferme les paupières en pleine lumière vive, on a d'abord une sensation très nette de pourpre sanguin, qui passe assez vite au jaune, pour arriver à quelque chose qui paraît du noir, mais un noir toujours mouvementé et très relatif. Suivant que c'est pendant la première phase, ou la seconde, qu'on rouvre les yeux sur une surface modérément blanche, on la voit s'éclairer de vert ou de bleu, compléments du rouge ou du jaune. De là l'expression de *bleu-vert* adoptée par M. Fortin pour ses expériences composites.

(⁴) A. Guébhard, *Sur la vision colorée consécutive* (*Intermédiaire de l'Afas*, t. II, 1897, p. 111 et 140).

Quant au prétendu météore du *rayon vert* (¹), il n'a pas davantage d'existence colorée objective : c'est la simple ombre portée, au milieu du crépuscule rouge, d'une pointe se détachant sur le disque solaire à sa disparition : *ombre verte* aérienne, identique aux *ombres vertes* terrestres que peuvent donner, à ce moment, tous les objets matériels (²) et à celles qu'observe couramment le photographe dans son laboratoire, qui mérite, aussi peu que l'œil, le nom de *chambre noire*.

Tous les cas notés par M. Fortin sont des complications courantes du cas simple de la *vision verte :* aussi était-il naturel de les traduire esthétiquement par une adjonction de vert. Mais il importait de préciser physiquement la valeur physiologique de l'explication, ne fût-ce que pour confirmer, en les ramenant aux *contrastes simultané ou successif* de Chevreul, les indications résultantes, auxquelles il faut ajouter le vœu que soient reprises, avec des précautions nouvelles, toutes les études expérimentales sur la perception des couleurs, qui ne se seraient point garées autrefois de l'action perturbatrice latente du rouge, en couvrant l'œil entier d'une coque rigoureusement imperméable à tous autres rayons que ceux qui doivent être admis.

PHYSIQUE DU GLOBE. — M. **Liniger** adresse de Grenoble, à la date du 21 janvier, la dépêche suivante :

Sismographe Grenoble enregistré deux secousses, l'une le 20 janvier, à $6^h 27^m$ soir; l'autre le 21 janvier, à $9^h 21^m 3^s$ matin.

M. N. **Slomnesco** adresse une Note *Sur les variations magnétiques d'un solénoïde*.

A 3 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

(¹) *Ibid., Sur les ombres colorées,* t. IV, 1899, p. 18 et 69.
(²) *Ibid., Sur les contrastes colorés,* t. III, 1898, p. 151.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre vacante par le décès de M. *R. Bischoffsheim*, présente la liste suivante :

En première ligne. . . . . Prince **Roland Bonaparte.**

En seconde ligne, par ordre alphabétique. . . MM. **J. Carpentier.** **Cornil.** **J. Tannery.** **L. Teisserenc de Bort.**

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 janvier 1907.

Die Diffusion der Flüssigkeiten, von Stephan Leduc. (Extr. de *Physikalische Zeitschrift*, 6e année, n° 23, p. 793-795; et de *Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft*, 7e année, 1905, p. 352-354. 1 fasc. in-4° et 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. d'Arsonval.)

Les dénivellations de la voie et les oscillations du matériel des chemins de fer, par Georges Marié. Ouvrage extrait des travaux de l'auteur couronnés par l'Académie des Sciences en 1906. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906; 1 vol. in-8°.

Les oscillations du matériel des chemins de fer à l'entrée en courbe et à la sortie, par Georges Marié. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1906; 1 fasc. in-8°.

Les grandes vitesses des chemins de fer. Les oscillations du matériel et la voie, par Georges Marié. Paris, H. Dunod et E. Pinat; 1 fasc. in-8°.

Une réclamation de priorité à propos du « télékine » et des expériences d'Antibes, par Léonardo Torres. Madrid, 1906; 1 fasc. in-8°.

Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux. Cinquantenaire de la Société : 15-16 janvier 1906. Paris, Bordeaux, 1906; 1 fasc. in-8°.

Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux, année 1905-1906. Paris, Bordeaux, 1906; 1 vol. in-8°.

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde, de juin 1905 à mai 1906. Note de M. F. Courty. Bordeaux, 1906; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société d'émulation du département des Vosges; LXXXIIe année, 1906. Epinal, Paris, 1906; 1 vol. in-8°.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaire, publiées par ordre du Ministre de la Guerre, paraissant une fois par mois; t. XLVIII. Paris, 1906; 1 vol. in-8°.

Le Centre médical et pharmaceutique, organe officiel de la Société des Sciences de Gannat; 12e année, n° 7, 1er janvier 1907. Commentry (Allier); 1 fasc. in-8°.

Journal de Chimie physique, publié par Philippe-A. Guye; t. I, n°s 4-10; t. II et III; t. IV, n°s 1-9. Genève, Henry Kündig; Paris, Gauthier-Villars, 1903-1906; 24 fasc. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 janvier 1907.

La Statique graphique et ses applications aux constructions, par M. Maurice Levy, Membre de l'Institut; 3e édition; 1re Partie : *Principes et applications de Statique graphique pure.* Texte et Atlas. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. et 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notes sur les gisements de Mollusques comestibles des côtes de France. — La région d'Auray (Morbihan), avec 1 Carte, par L. Joubin. (*Bull. de l'Institut océanographique;* n° 89, 15 janvier 1907.) Monaco; 1 fasc. in-8° et 1 feuille in-plano. (Présenté par S. A. le Prince Albert Ier de Monaco.)

Bulletin de la Société astronomique de France et revue mensuelle d'Astronomie, de Météorologie, et de Physique du Globe, paraissant le 1er de chaque mois; janvier 1907. Paris, Hôtel des Sociétés savantes; 1 fasc. in-8°.

Annales médico-psychologiques, journal destiné à recueillir tous les documents relatifs à l'aliénation mentale, aux névroses et à la médecine légale des aliénés; 9e série, t. V, n° 1, janvier-février 1907. Paris, Masson et Cie, 1907; 1 fasc. in-8°.

Marseille médical, journal bimensuel; 44e année, n° 1, 1er janvier 1907. Marseille; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe; 2e série, t. XXXII, années 1905 et 1906, 2e fascicule. Le Mans, imp. Monnoyer, 1906; 1 fasc. in-8°.

Congrès international pour l'étude des régions polaires, Bruxelles, 1906. *Projet d'une exploration systématique des régions polaires,* Rapport présenté par M. Henryk Arctowski. Bruxelles; 1 fasc. in-8°.

On some points of chemical philosophy involved in the discovery of radium and the properties of its combinations, by Henry Wilde. Manchester, 1905; 1 fasc. in-8°.

Sundry geological problems, by G. Henriksen. Christiania, 1906; 1 fasc. in-12.

La sintesis en Mineralogia, por LUIS-G. AMARGOS BERTRÁN. Barcelone, 1906; 1 fasc. in-8°.

Museo mineralogico Borromeo. Note illustrative pubblicate in occasione del 50° *anniversario della fondazione della Società italiana di Scienze naturali di Milano.* Milan, 1906; 1 fasc. in-8°.

E Museo Lundii. En Samling af Afhandlinger om de i det indre Brasiliens kalkstenshuler af professor Dr PETER VILHELM LUND undgraved og i dem Lundske palœontologiske Afdeling af Kjobenhavns Universitets zoologiske Museum opbevarede Dyre- og Menneskeknogler; Bd. III. Forste halvbind. Copenhague, 1906; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Tome CXLIII, Séance du 3 décembre 1906.)

Note de M. *Wladimir Tichomirow,* Sur les inclusions intracellulaires de la feuille du Nerprun purgatif (*Rhamnus cathartica* L.) :

Page 923, lignes 3 et 4, *au lieu de* Après les avoir rencontrées dans les feuilles du *Diospyros Lotus,* je les ai retrouvées dans celles..., *lisez* N'ayant pu les rencontrer dans les feuilles du *Diospyros Lotus,* je les ai retrouvées dans celles....

(Tome CXLIV, Séance du 21 janvier 1907.)

Note de MM. *P. Weiss* et *A. Cotton,* Mesures du phénomène de Zeeman sur les raies bleues du zinc :

Page 131, ligne 12 en remontant, *au lieu de* 10^{-5}, *lisez* 10^{-4}.
Même page, ligne 2 en remontant, *au lieu de* λ^2, *lisez* $\lambda^2 H$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 FÉVRIER 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Berthelot**, annonçant à l'Académie la mort de M. le Professeur russe *Mendeleef*, décédé le 2 février à Saint-Pétersbourg, s'exprime en ces termes :

M. Mendeleef a publié de nombreux et importants travaux sur différents sujets de Chimie, notamment sur les pétroles. Mais son œuvre capitale est la classification des éléments chimiques, au double point de vue des grandeurs relatives de leurs poids atomiques et de leurs valences. Cette classification a reçu l'accueil le plus favorable parmi les chimistes et les physiciens. Elle relie les poids atomiques des corps simples avec l'ensemble de leurs propriétés chimiques et physiques, et elle a valu à M. Mendeleef une réputation universelle.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur l'atmosphère solaire. Vapeurs à raies noires et amas de particules.* Note de MM. **H. Deslandres** et **L. d'Azambuja.**

La Note actuelle expose les recherches poursuivies en 1906 à Meudon pendant la belle saison, sur les parties de l'atmosphère solaire qui ne sont pas encore reconnues ou sont reconnues d'une manière incomplète, c'est-à-dire sur les vapeurs productrices des raies spectrales noires et sur les amas de particules décelés par un spectre continu.

L'appareil astronomique employé est celui qui a été organisé à Meudon

en 1898 (1) et décrit déjà dans plusieurs Notes (2). Il comprend un sidérostat polaire à miroir plan de $0^m,30$ et un objectif astronomique de $0^m,20$ d'ouverture et $3^m,10$ de distance focale, non achromatisé pour les rayons chimiques.

L'image solaire est formée à la hauteur d'une grande table métallique de $1^m,70$ sur $1^m,10$, inclinée de 49° sur l'horizon, perpendiculaire au méridien, et mobile horizontalement dans la direction normale à ce méridien. Elle porte deux spectrographes enregistreurs à deux ou trois fentes, qui sont juxtaposés et relèvent chacun soit les formes (3), soit les vitesses radiales des vapeurs solaires. Le spectrographe Ouest, à un seul prisme, est de faible dispersion; mais le spectrographe Est, qui comporte un réseau ou plusieurs prismes, a au contraire une forte dispersion. La table entière et les spectrographes ont, à volonté, deux mouvements différents : l'un, uniforme et continu, pour le relevé des formes; l'autre, discontinu, pour le relevé des vitesses radiales et des spectres de sections successives. Un système de leviers transmet un mouvement proportionnel à la plaque photographique.

Nous exposerons d'abord les recherches sur les vapeurs des raies noires, faites en 1906 avec l'appareil de grande dispersion.

Les premières études similaires sont déjà anciennes; elles sont dues à Deslandres qui, en 1894, à Paris, a obtenu des images du Soleil entier avec la seule lumière d'une raie noire (4). Mais le spectrohéliographe employé était de faible dispersion, à un seul prisme, comme le spectrographe Ouest de Meudon; il avait été organisé spécialement pour les images des raies brillantes du calcium H_2 et K_2 qui décèlent la chromosphère

---

(1) D'autres appareils plus puissants ont été prévus et indiqués dans des Notes récentes mais ces appareils n'étaient pas prêts dans l'été de 1906.

(2) Deslandres, *Organisation de l'enregistrement quotidien de la chromosphère entière du Soleil à l'Observatoire de Meudon. Premiers résultats* (*Comptes rendus* t. CXXIX, 1899, p. 1222). — *Recherches sur l'atmosphère solaire et appareils enregistreurs des couches de vapeurs superposées qui la composent* (*Bulletin astronomique,* août et septembre 1905.)

(3) Lorsque le spectrographe enregistreur relève seulement les formes, il prend le nom de *spectrohéliographe*.

(4) *Images spéciales du Soleil données par les rayons simples qui correspondent aux raies noires du spectre solaire* (*Comptes rendus,* t. CXVIII, p. 1312) et *Étude des gaz et vapeurs du Soleil. Comparaison entre les appareils et les méthodes employés récemment* (*Journal d'Astronomie* et *Journal des spectroscopistes italiens,* décembre 1894).

entière et s'accommodent mieux d'une petite dispersion. Puis, il avait été employé à isoler une portion des raies noires H_1 et K_1 du calcium, et les raies noires voisines les plus larges, dues à l'aluminium, au carbone, au fer.

Ces images des raies noires, toutes nouvelles, décèlent une couche plus basse de l'atmosphère, la couche renversante, jusqu'alors inaccessible en dehors des éclipses. Elles ont la particularité suivante : elles offrent, comme les images de H_2 et K_2, des plages brillantes à l'emplacement des facules du disque, aussi bien au centre qu'au bord; mais ces plages sont moins étendues que celles de H_2 et K_2 et se rapprochent des facules elles-mêmes.

Cette première recherche, à cause de la faiblesse de l'appareil, n'a été appliquée qu'à une douzaine de raies noires; mais, comme l'a remarqué Deslandres en 1894, elle peut être étendue à toutes les raies noires, au nombre de 20000, et en particulier à la petite raie K_3, qui décèle, non plus la couche renversante, mais la chromosphère supérieure; il faut seulement employer des appareils astronomiques et spectraux d'une grande puissance, avec des plaques extrêmement sensibles ([1]).

L'étude des vapeurs à raies noires est reprise en 1903 et 1904 par Hale et Ellermann dans des conditions meilleures. Ils emploient la grande lunette de $1^m,05$ d'ouverture de l'Observatoire Yerkes et un grand spectrographe qui permet d'isoler de nombreuses raies noires, étant formé par des lentilles de 1^m et un réseau que renforcent des prismes. Ils retrouvent avec les raies noires les plages brillantes des facules et signalent un fait nouveau fourni par les raies de l'hydrogène : parfois, une partie de la facule entourant une tache offre, non plus une plage brillante, mais une plage noire relativement au fond. Cette anomalie curieuse a été rapportée à la chromosphère supérieure et rapprochée d'anomalies similaires déjà annoncées pour l'image de la raie K_3.

En 1904, Deslandres reprend, avec le spectrographe Ouest de Meudon, les recherches de 1894, et isole des raies telles que $\lambda 404,5$ du fer, qui, avec une forte dispersion, offrent une raie centrale très noire et deux parties moins noires et dégradées, de chaque côté; mais le spectrographe, étant très peu dispersif, réunit dans sa seconde fente les trois parties de la raie et donne un résultat global pour l'ensemble de la raie et de la vapeur; l'auteur remarque que la partie centrale, isolée seule, peut donner une image différente.

En 1905, il poursuit l'étude de cette raie du fer à l'emplacement des facules, simultanément avec le petit spectrohéliographe Ouest et avec un spectrographe ordinaire très dispersif (4e spectre d'un réseau Rowland et lentilles de 3^m). Là où le premier spectrographe donne des plages brillantes, le second ne montre aucun renforcement de la raie noire centrale; d'où la conclusion que les parties dégradées de la raie, dues aux parties basses de la vapeur, donnent seules les plages brillantes ([1]).

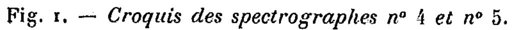
En 1905, le spectrographe Est à réseau de la table mobile, réservé jus-

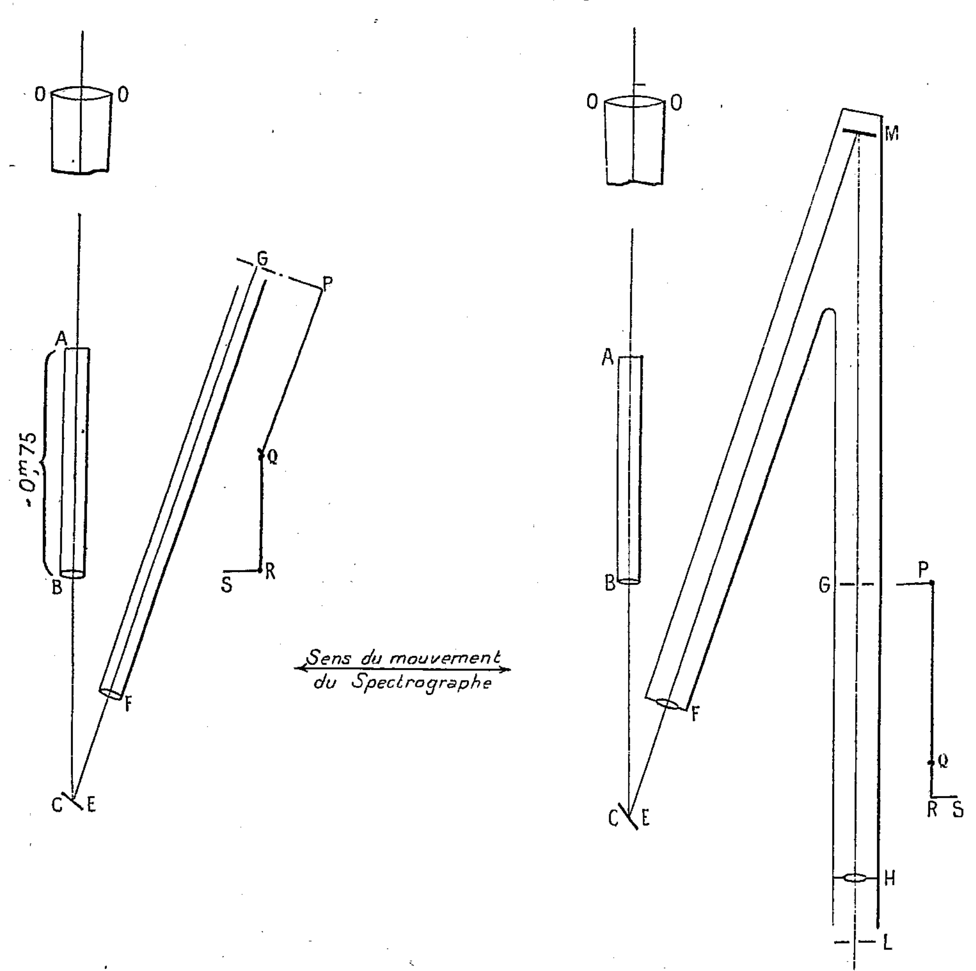
---

([1]) Depuis 1894, la sensibilité des plaques du commerce a augmenté notablement, ce qui facilite les recherches sur les raies noires.

([2]) DESLANDRES, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 342, et t. CXLI, 1905, p. 482.

qu'alors aux vitesses radiales, reçoit les accessoires qui assurent la photographie des formes et est utilisé aussi comme spectrohéliographe pour raies noires ; nos efforts portent surtout sur les raies très fines, telles que la petite raie noire centrale λ404,5 du fer, et la raie noire centrale K_3 du


Fig. 1. — *Croquis des spectrographes n° 4 et n° 5.*



OO, objectif astronomique; AB, collimateur; A, première fente; C, réseau; FG, chambre; G, deuxième fente; PQRS, système de leviers; S, point fixe.

calcium, qui donnent des images différentes des précédentes, et décèlent des couches plus élevées de la vapeur ou même des amas de particules.

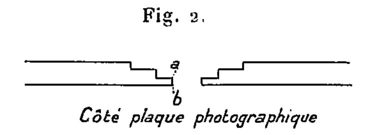
Ces petites raies sont difficiles à isoler, et nous avons dû employer le spectre de quatrième ordre du réseau avec des chambres de longueur crois-

sante. Heureusement, le type à deux mouvements rectilignes, adopté pour le spectro-héliographe, se prête à des changements quelconques de l'appareil, l'obstacle principal étant la position inclinée de la grande table. Nous avons monté successivement cinq appareils : le premier avait un collimateur de $0^m,50$ et une chambre de 1^m; le second avait un spectrographe à prismes ajouté au précédent, qui élimine la lumière diffuse du réseau; il convient, comme le premier, pour de nombreuses raies noires et les raies de l'hydrogène, mais est insuffisant pour les raies centrales 404,5 et K_3. Dans le troisième appareil, on a supprimé le spectrographe à prismes, remplacé le réseau par un autre qui diffuse moins la lumière, et fixé une chambre coudée longue de $1^m,50$. Ces trois appareils sont décrits dans le *Bulletin astronomique* de septembre 1905.

Avec l'appareil n° 3, les poses sont en général trop longues, et l'on a organisé en 1906 les appareils 4 et 5 représentés ci-contre, qui ont une image finale plus petite, large seulement de 6^{cm} et 3^{cm}, alors que l'image du Soleil sur la première fente a 3^{cm}. Ces spectrographes, qui sont grands, ont exigé l'addition à la table-support de consoles grandes et lourdes, qui, contrairement à ce qu'on craignait d'abord, n'ont pas modifié, d'une manière sensible, sa mobilité.

Dans l'appareil 4, la chambre a $1^m,50$ et le collimateur $0^m,75$. La seconde fente (placée devant la plaque), a été constituée d'abord, comme les fentes précédentes de Meudon, par deux joues en nickel, du profil ci-dessous. Elle doit, pour isoler une raie très fine, avoir en *ab* des arêtes

Fig. 2.



vives, une faible épaisseur et une courbure identique à celle de la raie; mais nous n'avons pu l'obtenir suffisamment parfaite, d'autant que l'artiste qui avait fourni les fentes précédentes est venu à manquer.

Nous avons employé concurremment une fente d'un autre genre, tracée sur une couche d'argent qui a été déposée chimiquement sur une lame mince de verre à faces parallèles, et est tournée vers l'objectif de la chambre. Cette fente a une épaisseur nulle et sa largeur peut être très petite, tout en restant constante sur la hauteur totale; elle se rapproche

mieux des conditions théoriques. La largeur n'est plus, il est vrai, modifiable à volonté, comme dans les fentes ordinaires, et la transparence, au moins dans nos essais, n'était pas absolument la même sur toute la hauteur, ce qui donnait lieu à de faibles stries parallèles dans l'image (1).

En fait la fente sur argent est excellente pour les raies très fines, telles que la partie centrale de λ 404,5 et les parties dégradées. On la choisit un peu plus fine que la raie, et l'on fait des épreuves successives du Soleil, en déplaçant à chaque fois, d'une fraction de sa largeur, la fente par rapport à la raie; on ajoute aussi, dans un coin de chaque épreuve, deux spectres solaires, au haut et au bas de la fente, ce qui permet de juger le parallélisme avec la raie et l'écart variable des deux lignes.

Or, avec la raie λ 404,5, les plages brillantes des facules apparaissent nettement au centre du disque solaire, lorsqu'on isole les parties dégradées; elles sont invisibles, malgré une pose plus longue, sur les images formées seulement avec la petite raie noire centrale. L'observation exige de bonnes conditions atmosphériques et est longue, chaque épreuve exigeant plus de 10 minutes.

La même recherche a été tentée avec la raie K_3, en ajoutant en plus des épreuves par sections successives, avec le mouvement discontinu, épreuves qui donnent les largeurs et les intensités exactes de K_2 et K_3 sur tout le disque.

Cependant, pour l'isolement de raies très fines, le spectrographe n° 5, dont la chambre a été agrandie jusqu'à $3^m,50$, convient mieux encore. Une chambre aussi longue, pour être fixée à la table inclinée, a dû être coudée en M, par un miroir auxiliaire, qui touche presque le plafond de la pièce, et réflechit le faisceau dans une direction perpendiculaire au mouvement de la table et du spectrographe. L'image en G, cinq fois plus grande qu'en A, exigerait une pose trop longue; elle est reprise par un objectif auxiliaire, qui la diminue dans le même rapport, et l'image en L est égale à celle en A (2). Avec cette disposition, la plaque photographique

(1) La transparence variable le long de la fente tient vraisemblablement à ce que la pointe traçante a laissé un peu d'argent sur quelques points. Il semble possible d'éliminer ce défaut. Quant à l'inconvénient de la largeur constante, on l'atténue en ayant sur la même lame argentée plusieurs fentes parallèles de largeur croissante.

(2) En fait, l'image en L n'est même pas égale à celle en A, elle est diminuée de moitié dans le sens de la hauteur. Car la place exiguë dont on dispose ne permet pas

en L est immobile, fixée au sol, et les deux mouvements ordinaires du spectrographe se réduisent à un seul; on a ajouté cependant un système de leviers PQRS pour une plaque mobile placée en G, qui peut fournir des épreuves par sections successives ou de vitesses radiales.

Le spectrographe n° 5 a été employé avec succès l'année dernière pendant tout le mois d'août. Il a permis de vérifier aisément les résultats obtenus sur la raie 404,5 et de les étendre à la raie similaire du fer 438,5, et aussi, quoique d'une manière moins nette, à d'autres raies moins larges. Les parties dégradées donnent seules les plages brillantes des facules; la raie noire centrale donne une image différente; cette image, petite mais nette, offre un réseau de petites inégalités qui lui est spécial, car il disparaît lorsqu'on isole un intervalle brillant du spectre entre deux raies noires dans le voisinage. L'image de la raie centrale représente vraisemblablement la couche supérieure de la vapeur de fer; une discussion ultérieure fera ressortir la part des amas de particules dans les deux images.

La raie K_3 a donné des images qui, suivant les prévisions de 1894, n'ont pas toutes les plages brillantes de l'image de K_2; mais les différences ont été moins grandes qu'on ne le pensait, peut-être parce que la dispersion et la perfection de la fente n'étaient pas encore assez grandes; en tout cas ces images n'ont aucun rapport avec les *dark calcium flocculi* de Hale, qui apparaissent avec une faible dispersion. On a cherché aussi à reconnaître l'accord supposé avec les plages noires des raies de l'hydrogène, et le résultat a été plutôt négatif; mais une étude plus complète sera nécessaire pour une conclusion ferme. De toute façon, le spectrographe n° 5, d'un type nouveau, est recommandable, et il convient bien pour l'étude des petites raies noires, surtout si l'on augmente encore ses dimensions, la distance focale de la chambre et aussi la grandeur de la distance focale de l'objectif astronomique.

Enfin, nous avons aussi recherché d'une manière spéciale les amas de particules au bord extérieur, mais avec le spectrographe ouest à faible dispersion. Suivant la méthode indiquée récemment par Deslandres, nous avons isolé d'abord la raie K_2 qui donne les protubérances ordinaires, puis des portions de K_1. Or, plusieurs fois, et en particulier le 20 juillet à l'Est, latitude 20° Nord, nous avons eu une image de K_1 qui est différente de celle de K_2 et est due très probablement à des particules si, toutefois, K_2

---

de remplir les conditions énoncées dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 1210).

n'a pas été déplacée par la vitesse radiale pendant la pose de K_1. Or l'appareil actuel ne permet pas cette vérification; il faudrait, pendant la pose de K_1, enregistrer les vitesses radiales de K_2 ou suivre les variations des raies de l'hydrogène (ce qui exigerait un miroir concave à la place de l'objectif astronomique). Dans l'organisation nouvelle que nous préparons la vérification sera possible, et nous aurons un spectrohéliographe à trois fentes, et même, polychrome (¹), qui convient mieux pour cette recherche spéciale.

En résumé, les recherches de 1906 ont révélé quelques faits nouveaux et ont comporté l'essai de dispositions nouvelles pour la reconnaissance complète de toutes les vapeurs solaires et de leurs couches successives.

ZOOLOGIE. — *Autopsie de l'éléphant d'Afrique Sahib mort au Muséum le 29 janvier 1907.* Note de M. **Edmond Perrier.**

L'éléphant d'Afrique qui vient de mourir au Muséum était le plus gros des éléphants de son espèce vivant en Europe; il n'est peut-être pas sans intérêt de faire connaître les conditions dans lesquelles sa mort est survenue. Suivant le règlement observé à la Ménagerie, dès qu'il a été reconnu malade, les services que l'étude de sa maladie pouvait intéresser ont été prévenus, et après sa mort l'autopsie en a été faite : pour partie à la Ménagerie, où M. Tissot, assistant de Pathologie, a fait les prélèvements utiles à ses recherches; pour partie au laboratoire d'Anatomie comparée par les soins de M. Gervais, assistant, des préparateurs MM. Neuville, Pettit et Anthony, tandis que Mme Phisalix, docteur en Médecine, faisait un examen scrupuleux de l'état des organes.

L'animal avait été acheté à Leine (Hanovre) et faisait partie de la Ménagerie depuis le 18 avril 1883, c'est-à-dire depuis 24 ans; il devait avoir environ 6 ans quand il y est entré; il avait donc au moment de sa mort une trentaine d'années et pesait entre 4000kg et 5000kg. Grâce à l'habileté avec laquelle M. le Dr Henri Gervais a dirigé les travaux d'une équipe d'ouvriers professionnels requis à cet effet, l'enlèvement de cette masse énorme, préalablement dépecée de manière à laisser toute facilité aux

(¹) La lame argentée permet de réaliser facilement la fente multiple du spectrographe polychrome. On trace quatre fentes qui correspondent aux deux moitiés de H_1 et de K_1 et on laisse un mince filet d'argent pour arrêter H_2 et K_2.

recherches scientifiques, a pu être opéré en 21 heures et le tout a été transporté au laboratoire d'Anatomie comparée. M. Visto, préparateur, a tout disposé pour que le squelette de ce magnifique animal puisse être monté pour la galerie d'Anatomie comparée.

L'animal passait pour malade depuis quelque temps, mais son amaigrissement tenait sans doute à la longueur de ses périodes de rut. Ainsi qu'on va le voir, il était, au contraire, demeuré parfaitement sain jusqu'à la maladie aiguë qui l'a enlevé. On n'a trouvé dans son estomac aucun objet de nature à lui nuire sérieusement : une pièce de 10 centimes, une pièce de 50 centimes, une plaque d'épingle de cravate, une petite masse de plomb et quelques cailloux, objets avalés par mégarde.

On trouvera ci-après une Note de Mme Phisalix relative à l'autopsie de l'animal.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Déterminisme de la superiorité de la dépense énergétique attachée à l'assimilation des aliments albuminoïdes.* Note de M. A. **Chauveau.**

Toute explication de dépense énergétique excitée par la digestion, l'absorption, l'assimilation et l'emploi des aliments, dans l'organisme animal, repose nécessairement sur la connaissance de leur *destination : destination lointaine* et *définitive, destination immédiate* et *provisoire*.

La *première* aboutit, en définitive, aux phénomènes de combustion directe ou indirecte dégageant, au profit de toutes les activités physiologiques qui sont les caractéristiques de la vie, l'*énergie actuelle* contenue en puissance dans la ration alimentaire; la *seconde* se définit par l'accumulation, dans des réserves spéciales, de l'*énergie potentielle* que l'alimentation offre en excès aux besoins de l'organisme animal.

Plus ou moins explicitement, cette distinction a toujours été acceptée par les physiologistes. Mais on s'est cru autorisé à ne faire état que de la *destination définitive* des aliments dans le bilan énergétique de l'économie animale. Leur *rôle provisoire,* c'est-à-dire la *formation* et *l'emmagasinement des réserves de potentiel,* est généralement considéré comme à peu près neutre ou indifférent au point de vue dynamique. Il est certain que, dans cette manière de considérer les choses, il deviendrait facile d'établir la légitimité *théorique* du principe des *substitutions isodynames* et celle des résultats que Rubner a obtenus de sa méthode de démonstration.

Mais le fait de la supériorité de la dépense liée à l'alimentation carnée ne peut être écarté. Il se dresse vigoureusement devant et contre ce principe, et l'on va voir comment cette supériorité de dépense, étroitement rattachée à l'*emmagasinement des réserves de potentiel,* démontre l'importance que prend, dans l'ensemble de la dépense énergétique, la *destination immédiate du potentiel-albumine* de la ration.

Supériorité de la dépense énergétique liée à l'alimentation carnée, dans le cas de suralimentation. — Il est très facile de donner la mesure des dangers d'erreur auxquels on s'expose, quand on écarte systématiquement la *destination immédiate* de l'aliment du compte des dépenses d'énergie du bilan final. On n'a qu'à remplacer par des rations surabondantes les simples rations d'entretien, dans les expériences comparatives où apparaissent si nettement les différences introduites par la nature des aliments. *L'emmagasinement des réserves se décèle alors par une augmentation de poids du sujet, un peu inégale, mais néanmoins suffisamment démonstrative. Et il se rencontre également que les différences observées dans la dépense, quand on substitue la viande au saindoux ou au sucre dans la ration complémentaire, prennent une valeur considérable.*

Les expériences sur le sujet suralimenté. — Je me réserve d'en parler longuement plus tard (¹). Pour le moment, il suffit de donner les résultats très nets et très précis que j'ai fait émerger des documents fournis par mes expériences de 1898. Dans un certain nombre de cas, la ration complémentaire avait été doublée. La comparaison des effets produits sur les échanges respiratoires par la ration type et cette ration doublée, chez le sujet au repos, est présentée dans le Tableau suivant :

	A. Composition des rations.				B. O^2 absorbé en 24 heures.		
		Ration complémentaire				Sujet recevant la ration complémentaire	
	Ration fondamentale.		simple.	doublée.	Sujet inanitié.	simple.	doublée.
I...	Zéro (inanition)	zéro	»	»	219ˡ,66	»	»
II...	Viande 500ᵍ	sucre	168ᵍ	336ᵍ	»	224ˡ,73	240ˡ,50
III..	» 500ᵍ	saindoux	110ᵍ	220ᵍ	»	270ˡ,10	292ˡ,65
IV..	» 500ᵍ	viande	700ᵍ	1400ᵍ	»	307ˡ,81	388ˡ,75

Les différences que ce Tableau fait ressortir se montrent vraiment saisissantes. Elles

(¹) Je tiens à dire de suite que, dans ces nouvelles expériences, les différences d'énergie consommée sont appréciées, à la fois, d'après l'oxygène absorbé dans les échanges respiratoires et d'après les déterminations de chaleur produite.

sont telles que le rapport de l'oxygène consommé dans le cas de ration-viande à l'oxygène consommé dans le cas de ration-sucre passe de $\frac{307,81}{224,73} = 1,370$ à $\frac{388,75}{240,50} = 1,616$ quand ces rations complémentaires augmentent du simple au double.

Ainsi, la supériorité de la dépense énergétique liée au régime carné s'accroît notablement, en même temps que la quantité des aliments, c'est-à-dire la *formation des réserves de potentiel énergétique*.

On ne saurait fournir une meilleure démonstration de l'étroitesse des rapports qui, dans le cas considéré, rattachent la surconsommation d'oxygène à la transformation de l'aliment-albumine en potentiel de réserve. C'est là, pour l'explication de cette surconsommation, un premier point acquis, qui est de grande importance. Mais, avant d'en poursuivre plus loin le *déterminisme*, il convient d'introduire certaines précisions dans le sujet ci-après.

Formes chimiques des réserves de potentiel. — On s'accorde à admettre des réserves d'*albumine*, d'*hydrates de carbone* et de *graisse :* quelle signification emporte avec eux les termes appliqués à la désignation de chacune de ces catégories?

Les *réserves albuminoïdes* ne méritent réellement pas leur nom. Elles sont tout simplement représentées par la pléthore physiologique des humeurs et des tissus. Une fois acquis, cet optimum de bon état d'entretien ne peut être dépassé. A proprement parler, il ne constitue pas une réserve; mais il en joue le rôle. En effet, dans le cas d'inanition, cet optimum baisse par résorption incessante des albuminoïdes, plus ou moins suivant les tissus et les humeurs, jusqu'à ce que la résorption atteigne les limites au delà desquelles survient la déchéance mortelle. En attendant, les albuminoïdes disparus ont contribué à faire vivre le sujet sur sa propre substance.

Les *réserves d'hydrates de carbone* sont, au contraire, de véritables provisions de potentiel, indépendantes de la constitution des tissus où elles sont déposées. Elles consistent en *glycogène* qui imprègne les cellules du foie et les faisceaux du système musculaire. Ces réserves sont appelées à jouer un rôle considérable et très intéressant. Elles n'en sont pas moins fort peu abondantes, parce qu'elles se trouvent en un perpétuel état de consommation et de renouvellement, qui en laisse longtemps subsister les traces dans l'inanition prolongée. Mais leur peu d'importance, au moment où l'inanition commence, montre clairement que le *glycogène préformé* ne compte guère comme provision de potentiel énergétique, quel que soit l'embonpoint du sujet.

C'est le *tissu adipeux* qui est le véritable grenier d'abondance où s'accumule le potentiel de réserve de l'organisme animal. La quantité de *graisse* qu'il peut emmagasiner est considérable. Et, si grande qu'elle soit, le sujet peut la consommer presque en totalité pendant l'inanition si celle-ci est suffisamment prolongée. Voilà la source essentielle où la machine animale puise l'énergie dont elle a besoin pour son fonctionnement, quand elle n'est plus alimentée. C'est surtout grâce à ce riche dépôt d'énergie, précieusement accumulé dans l'organisme, qu'il continue, en dehors de toute alimentation, à effectuer tous les travaux physiologiques intérieurs aboutissant au formidable *excretum* thermique que l'on connaît.

Énorme est la différence qu'introduit, entre les machines inanimées et la machine animale, cette remarquable particularité! Si le foyer de la machine inanimée cesse d'être alimenté, il s'éteint immédiatement. Privé de tout aliment nouveau, le foyer de la machine animale continue à brûler et prolonge son activité pendant des jours, des semaines, même des mois, avec la plus remarquable régularité! N'est-ce pas une raison de se demander si les réserves de potentiel chargées de fournir l'énergie à l'organisme animal, pendant les périodes d'inanition, ne continuent pas à remplir ce rôle avec plus ou moins d'activité chez les sujets alimentés? Dans ce cas, les matières de la ration, au lieu de se substituer aux réserves, s'emploieraient plutôt à les reconstituer purement et simplement.

Ce serait là la *destination directe*, *immédiate* de l'aliment, prélude de sa *destination définitive*, qui est de fournir au travail physiologique ou intérieur, sous forme de potentiel de réserve, l'énergie nécessaire à son exécution.

Je n'exprime point là une simple vue de l'esprit. Il se rencontre, en effet, que l'expérience a démontré qu'au moment où l'animal passe de l'état de sujet inanitié à l'état de sujet alimenté, il continue à se servir de ses réserves de graisse dans une assez large mesure pour se procurer l'énergie nécessaire aux manifestations de l'état de vie (*voir* mon Mémoire du Cinquantenaire de la Société de Biologie : *Le prolongement, chez le sujet alimenté, du processus de dépense énergétique de l'état d'inanition, d'après les échanges respiratoires pendant le travail*).

Il est donc légitime de considérer la reconstitution des réserves de *graisse* comme l'un des objets essentiels de la *destination immédiate des aliments*.

Laissons de côté ce qui concerne la reconstitution des réserves de graisse par les aliments gras et hydrocarbonés. Il est, en effet, très facile de deviner ce que j'aurais à en dire si j'avais l'espace nécessaire. Du reste, la

recherche qui se poursuit ici concerne tout particulièrement le régime carné. Il n'y a pas à s'en écarter.

Rôle prochain et destination immédiate des aliments albuminoïdes. — Ce rôle prochain, c'est ou de participer à la fonction rénovatrice de la matière des tissus, en se substituant en nature aux albuminoïdes usés, ou de reconstituer, par leur transformation en corps ternaires, les réserves d'énergie potentielle accumulées dans l'organisme, surtout sous forme de *graisse*. Cette transformation, connue depuis longtemps, solidement établie sur les beaux travaux de Voit ou de Pettenkoffer et Voit, contrôlée par nombre d'autres recherches auxquelles je puis joindre celles qui me sont propres, est devenue une notion courante, malgré l'opposition qu'y a faite Pflüger. J'ai donc licence d'en parler brièvement sans entrer dans aucun détail.

Le potentiel-albumine ne manque jamais à sa double *destination immédiate*, même lorsque la quantité en est à peine équivalente à la quantité d'albumine à remplacer quotidiennement dans les tissus. Il semblerait que, dans ce cas, l'*albumine remplaçante* dût se consacrer exclusivement au rôle réparateur dont elle est seule capable. Les faits ont démontré qu'il n'en est rien. Si faible qu'en soit la quantité, l'albumine se donne toujours à ses deux destinations. Il arrive alors que la rénovation des tissus ne se fait qu'incomplètement, parce qu'une grande partie de cette albumine *remplaçante* subit, sans pouvoir s'y soustraire, après élimination totale de son azote sous forme d'urée ou autres uréides, une transformation en potentiel ternaire, plus ou moins directement employé à fournir l'énergie nécessaire aux besoins des travaux physiologiques courants de l'organisme.

Il n'y a plus qu'à formuler maintenant le *mécanisme chimique* de cette transformation. On n'a pas à choisir. En raison de l'identité rigoureusement établie maintenant entre la valeur de la chaleur de combustion des aliments et la valeur de la chaleur qu'ils produisent par leur consommation dans l'organisme animal, le *processus d'oxydation simple* doit être systématiquement placé à l'origine de toutes les mutations exothermiques qui ont leur siège dans l'intimité des tissus. Ainsi s'impose, pour la transformation de l'albumine en graisse, ce processus de combustion incomplète :

$$4\overbrace{C^{72}H^{112}Az^{18}O^{22}}^{\text{Albumine.}} + 139\,O^2 = \overbrace{36\,COAz^2H^4}^{\text{Urée.}} + 138\,CO^2 + 42\,H^2O + 2\,\overbrace{C^{57}H^{110}O^6}^{\text{Stéarine.}}.$$

C'est généralement à ce stade que s'arrête la transformation *immédiate* de l'albumine alimentaire dont l'énergie doit s'emmagasiner dans les réserves. Mais, si le pro-

cessus d'oxydation incomplète qui a présidé à cette transformation en *graisse* se continue, celle-ci devient *hydrate de carbone :*

$$\underbrace{2C^{57}H^{110}O^{6}}_{\text{Stéarine.}} + 67O^{2} = 18CO^{2} + 14H^{2}O + \underbrace{16C^{6}H^{12}O^{6}}_{\text{Hydrate de carbone.}}$$

Enfin, le prolongement ultime du processus d'oxydation effectue la combustion complète de l'*hydrate de carbone :*

$$\underbrace{16C^{6}H^{12}O^{6}}_{\text{Hydrate de carbone.}} + 96O^{2} = 96CO^{2} + 96H^{2}O \ (^{1}).$$

La comparaison de ces trois équations explique immédiatement la supériorité de la dépense énergétique inhérente à l'alimentation carnée et en donne le *déterminisme*. C'est l'effet des *mutations chimiques* qui préparent le potentiel albuminoïde à sa *destination* de pourvoyeur des provisions d'énergie accumulées dans les *réserves de graisse*. C'est aussi l'effet du *processus d'oxydation incomplète* qui préside à la métamorphose, en y consacrant une quantité notable d'énergie, définitivement perdue pour les besoins des travaux physiologiques proprement dits, c'est-à-dire la mise en œuvre des propriétés biologiques fondamentales des éléments de l'organisme.

Ainsi se résout la question du *déterminisme* de la supériorité de la dépense énergétique consacrée à l'utilisation de la ration carnée. Cette question est étroitement liée, comme on le voit, à celle du *rôle prochain* et de la *destination immédiate* du potentiel-albumine.

En résumé, *la dépense générale d'énergie, habituelle au sujet qui est en état d'abstinence, s'augmente, chez le sujet alimenté, de l'énergie nécessaire à la digestion, l'absorption et l'assimilation des principes alimentaires.*

Tous les aliments n'exigent pas, pour ces diverses opérations, la même dépense d'énergie. Les différences se perçoivent et s'expliquent très bien dans le cas de l'assimilation, qui s'effectue surtout par incorporation du potentiel alimentaire dans les réserves graisseuses.

Avec les hydrates de carbone et les aliments gras, cette incorporation se fait

---

(1) Ce sont là les équations primitives de mon opuscule sur *La vie et l'énergie* (1894). Les légères modifications que j'y pourrais introduire aujourd'hui n'ajouteraient rien à la correction de leur fond.

économiquement : ceux-ci n'ayant qu'à être adaptés à leur nouveau milieu; ceux-là se transformant en graisse par un simple processus de dédoublement quasi-neutre au point de vue thermique.

C'est autre chose avec les albuminoïdes. Leur transformation en graisse est beaucoup plus onéreuse. La production des réserves graisseuses aux dépens de l'aliment-albumine explique donc très bien la supériorité de la dépense énergétique liée à l'usage de la ration carnée.

Cette production résulte d'une oxydation incomplète (jusqu'à l'urée) du potentiel-albumine, oxydation qui libère une notable quantité d'énergie, sans autre utilisation que la genèse du métabolisme chimique à laquelle s'emploie cette énergie.

Avec les très fortes rations de viande, l'énergie actuelle ainsi employée à la formation des réserves de graisse prend une grande valeur.

Mais la ration n'a pas besoin d'être surabondante pour que ce proccessus de transformation de l'albumine en graisse entre en jeu. Même en petite quantité, l'albumine de la ration satisfait à sa double destination, qui est d'opérer la rénovation de la matière des tissus et de concourir à l'entretien des réserves de potentiel graisseux.

Il en résulte que la supériorité de la dépense attachée à l'alimentation carnée se manifeste nettement dans le cas où les sujets sont nourris avec des rations capables seulement de les maintenir en équilibre de nutrition.

Tous ces faits sont incompatibles avec le principe des substitutions isodynames. Il faut renoncer à chercher la valeur nutritive des aliments dans leur chaleur de combustion. La théorie de l'aliment et de l'alimentation ne peut plus être présentée sous cette forme simpliste.

PATHOLOGIE. — *Nouvelle contribution à l'étude des trypanosomiases du Haut-Niger.* Note de M. A. LAVERAN.

Dans une Note antérieure (¹) j'ai décrit, sous le nom de *Trypanosoma Cazalboui*, un trypanosome d'une espèce nouvelle qui est l'agent de l'épizootie signalée par MM. Cazalbou et Pécaud, vétérinaires militaires, sous le nom de *Souma*. En même temps, j'indiquais que, chez des moutons provenant de Ségou ramenés en France par M. Cazalbou, j'avais trouvé deux

(¹) *Comptes rendus*, séance du 9 juillet 1906.

autres trypanosomes dont une espèce voisine de *Tr. dimorphon* ; c'est de ce dernier trypanosome que je m'occuperai aujourd'hui.

Les trypanosomes étaient si rares chez le mouton que l'examen histologique du sang n'a jamais permis de constater leur présence, mais des cobayes et des souris inoculés sur le mouton se sont infectés et, chez ces animaux, le trypanosome a pullulé, ce qui m'a permis d'étudier ses caractères morphologiques.

Dans les frottis de sang desséché, fixé et coloré par les procédés ordinaires (procédé de Giemsa ou mon procédé), le trypanosome se présente sous deux formes bien distinctes : formes longues et minces, formes courtes et larges.

1° *Formes longues et minces.* — Ces trypanosomes mesurent de 25^{μ} à 35^{μ} de long sur $1^{\mu},5$ environ de large. L'extrémité postérieure est plus ou moins effilée, parfois comme épointée. La membrane ondulante est très étroite. Le flagelle a une partie libre assez longue. Vers la partie moyenne du corps, on distingue le noyau qui est allongé dans le sens de l'axe du corps. Le centrosome, bien visible, est situé en général assez loin de l'extrémité postérieure. Le protoplasme est homogène.

Les formes en voie de division ne sont pas rares. La bipartition qui commence par le centrosome se poursuit par le flagelle, par le noyau et enfin par le protoplasme.

2° *Formes courtes et larges.* — Ces trypanosomes mesurent de 14^{μ} à 20^{μ} de long, sur 3^{μ} et parfois 4^{μ} de large. L'extrémité postérieure forme un cône très court. La membrane ondulante, très large, est peu plissée (3 à 4 plis); le flagelle n'a pas de partie libre, le protoplasme se prolongeant jusqu'à l'extrémité antérieure. Vers la partie moyenne du corps on trouve un noyau arrondi; le centrosome est situé près de l'extrémité postérieure (distance un peu variable). Le protoplasme est homogène ou bien il montre des granulations chromatiques.

Les formes de division par bipartition sont plus rares que pour les grands trypanosomes.

Dans certaines préparations, les grandes formes dominaient, mais chez tous les animaux inoculés avec le virus du mouton, j'ai retrouvé les deux formes.

Les stades intermédiaires sont rares.

Dans le sang frais, les mouvements des trypanosomes sont très vifs, ce qui ne permet pas de distinguer les deux formes si distinctes dans les préparations de sang fixées et colorées.

Ce trypanosome a été vu déjà.

Dans un travail publié en 1904, M. Cazalbou note que, chez un cheval infecté dans la région du Bani, il a trouvé deux sortes de trypanosomes, dont l'une plus courte et plus large que l'autre; Cazalbou pense qu'il s'agit d'une infection double (¹).

(¹) L. Cazalbou, *Les trypanosomiases au Soudan français* (*Rec. de méd. vétérinaire,* 15 octobre 1904).

Dans plusieurs lettres datées de Kati, 1906, M. Pécaud me parle d'infections des Équidés, de la région de la Volta, caractérisées par l'existence, dans le sang, d'un long trypanosome avec un flagelle libre, et d'un autre trypanosome court et large. Ces deux formes sont très visibles dans des préparations que M. Pécaud a bien voulu m'envoyer de Kati. M. Pécaud incline à croire qu'il s'agit d'une infection double, mais il constate qu'il n'a jamais réussi à séparer les deux trypanosomes.

A. Balfour paraît avoir observé aussi cette trypanosomiase au Soudan anglo-égyptien (¹).

En dehors des Équidés et des Bovidés chez lesquels l'infection naturelle est fréquente, dans certaines régions du Soudan, la plupart des Mammifères sont sensibles à ce virus.

Chez le mouton qui m'a été envoyé de Ségou, l'infection a duré 4 mois et s'est terminée par guérison. Un autre mouton, inoculé le 3 septembre 1906, était encore infecté le 7 janvier dernier.

Une chèvre, inoculée le 25 mai 1906, s'est infectée et est morte le 13 juillet; une autre chèvre, inoculée le 26 octobre 1906, est encore infectée.

Chez les moutons et chez les chèvres, le seul symptôme morbide est l'amaigrissement; je n'ai pas observé de poussées fébriles bien nettes ni d'ophtalmies. Les trypanosomes sont toujours très rares dans le sang chez ces animaux.

Chez les chiens, les cobayes, les rats et les souris, la maladie est toujours mortelle; les trypanosomes sont nombreux ou très nombreux dans le sang au moment de la mort et la rate est augmentée de volume.

Deux chiens sont morts en 14 jours et 16 jours.

Chez les cobayes, au nombre de 25, la durée moyenne de la maladie a été de 40 jours. Poids moyen des cobayes : 342g. Poids moyen de la rate : 1g,50.

Chez les rats, au nombre de 6, la durée moyenne de la maladie a été de 19 jours. Poids moyen des rats : 118g. Poids moyen de la rate : 2g,58.

Chez les souris, au nombre de 29, la durée moyenne de la maladie a été de 17 jours (maximum, 34 jours). Poids moyen des souris : 16g. Poids moyen de la rate : 0g,65 (maximum, 1g,10).

Cette trypanosomiase doit-elle être assimilée à la maladie des chevaux de Gambie produite par *Tr. dimorphon*, y a-t-il infection double ou bien s'agit-il d'une forme nouvelle? Telles sont les questions qui se posent.

Tr. dimorphon se présente, comme son nom l'indique, sous deux formes, l'une grande, l'autre petite, mais ces formes diffèrent assez notablement de celles décrites ci-dessus; la forme allongée n'a pas, en général, de flagelle

(¹) A. Balfour, *Second report of the Wellcome research laboratories*, Khartoum, 1906, p. 123.

libré et la petite forme n'atteint pas les dimensions en largeur de la petite forme du trypanosome qui fait l'objet de cette Note. Ces différences morphologiques ne suffiraient pas d'ailleurs à séparer ces deux trypanosomes (¹).

Au point de vue de la symptomatologie, on peut noter des différences assez sensibles entre les deux infections; c'est ainsi que, chez les souris, je n'ai pas observé les infections à marche lente, avec hypertrophie énorme de la rate, qui sont assez communes chez ceux de ces rongeurs qui ont été inoculés avec *Tr. dimorphon*.

Il était intéressant de rechercher si un animal ayant résisté à l'infection par le trypanosome décrit ci-dessus, et ayant acquis une immunité solide pour ce virus, aurait également l'immunité pour le *Tr. dimorphon*. Le mouton provenant de Ségou ayant guéri et s'étant montré réfractaire à une nouvelle inoculation de son trypanosome, j'ai pu réaliser cette expérience. Voici l'observation résumée de ce mouton :

Un mouton inoculé le 8 mars 1906 à Ségou sur une ânesse infectée de trypanosomiase à Garo, en novembre 1904, est ramené en France par M. Cazalbou et m'est remis le 3 mai 1906. L'examen histologique du sang du mouton fait à diverses reprises dans le cours des mois de mai, juin et juillet, est négatif.

Le 6 mai, j'inocule 2 cobayes et 2 souris; les cobayes reçoivent chacun 3^{cm^3} et les souris $0^{cm^3},25$ du sang du mouton. Les cobayes et les souris s'infectent. Les cobayes meurent en 22 et 34 jours, les souris en 18 et 20 jours. Le 19 juin, le mouton pèse $23^{kg},500$. Aucun signe morbide, les yeux ne sont pas malades. 18 juillet, poids 23^{kg}.]

Le 16 juillet, on inocule sur le mouton 2 cobayes et 2 souris qui ne s'infectent pas (les animaux ont été suivis jusqu'au 3 septembre).

Le 1er août, le mouton pèse $22^{kg},500$ et le 16, 23^{kg}.

Le 3 août, un chien reçoit dans le péritoine 30^{cm^3} du sang du mouton; ce chien, qui a été suivi jusqu'au 28 novembre ne s'est pas infecté.

Le 8 septembre, le mouton est réinoculé avec son virus qui a été conservé sur cobayes. Le cobaye qui sert à l'inoculation a des trypanosomes très nombreux ayant tous les caractères des trypanosomes trouvés sur le mouton à l'arrivée en France.

5 septembre : le mouton va bien, il pèse 26^{kg}.

Le 24 septembre, un chien reçoit dans le péritoine 20^{cm^3} du sang du mouton; ce chien ne s'est pas infecté à la date du 3 novembre. Le mouton a donc l'immunité pour son virus.

Le 16 octobre, le mouton pèse 29^{kg} et le 3 novembre, 27^{kg}.

Le 3 novembre, j'inocule le mouton à l'oreille avec le *Trypanosoma dimorphon* (ce

(¹) DUTTON et TODD ont observé chez des animaux infectés avec *Tr. dimorphon* de grandes formes avec flagelles libres et de petites formes trapues. (LAVERAN et MESNIL, *Trypanosomes et trypanosomiases*, 1904, p. 209.)

virus m'a été fourni en 1903 par MM. Dutton, Todd et Annett et il a été conservé depuis cette époque, à l'Institut Pasteur, par passages sur différents animaux et notamment sur les souris). La souris, dont le sang est inoculé au mouton, est fortement infectée; j'inocule sous la peau d'une des oreilles du mouton quelques gouttes du sang de la souris mélangées à de l'eau citratée.

Le 15 novembre, le mouton pèse 27^{kg}.

L'examen histologique du sang du mouton fait le 18 novembre est négatif.

20 novembre. On inocule trois souris sur le mouton; chaque souris reçoit $0^{cm^3},25$ de sang dans le péritoine. Les trois souris sont infectées le 25 novembre, elles meurent en 7, 8 et 10 jours.

Le 1er décembre, le mouton pèse 27^{kg} et le 15, 29^{kg}; il ne paraît pas malade.

20 décembre. Trois souris inoculées sur le mouton s'infectent et meurent en 11 jours.

Le 15 janvier 1907, le mouton pèse 30^{kg}; il a donc augmenté de poids malgré l'infection par *Tr. dimorphon*.

Une souris inoculée le 20 janvier sur le mouton ($0^{cm^3},25$ de sang) s'infecte et meurt le 31 janvier.

L'infection produite par *Tr. dimorphon* persiste donc au bout de trois mois.

Il ressort de cette observation, ce me semble, que le trypanosome décrit plus haut ne saurait être identifié à *Tr. dimorphon*.

On peut écarter également l'hypothèse d'une infection double. De même que M. Pécaud, je n'ai jamais réussi à séparer la grande forme de la petite. Comme le grand trypanosome avec un flagelle libre ressemble à *Tr. Evansi* et que la Mbori (variété du Surra) est enzootique au Soudan français, j'ai inoculé le virus du mouton à une chèvre guérie de la Mbori et ayant l'immunité pour cette trypanosomiase; la chèvre s'est infectée et les animaux inoculés sur elle ont montré des trypanosomes des deux formes caractéristiques.

La grande forme ne peut pas être rapprochée de *Tr. Cazalboui* (dont elle diffère d'ailleurs morphologiquement), puisqu'elle s'observe dans l'infection des petits Mammifères.

Je crois pouvoir conclure que le trypanosome décrit dans cette Note appartient à une espèce nouvelle que je propose de désigner sous le nom de *Tr. Pecaudi*.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la relation entre les chutes de la pression barométrique et les dégagements de grisou dans les mines*. Note de M. G. **Bigourdan**.

Parmi les causes nombreuses qui peuvent influer sur les dégagements de grisou dans les mines de charbon de terre, on a signalé depuis long-

temps (¹) les chutes de la pression barométrique : ces dégagements seraient plus abondants surtout quand le baromètre descend ou quand il est bas.

Une telle relation, dont les causes logiques sont faciles à saisir, présenterait pratiquement une grande importance; aussi paraît-il utile de la contrôler aussi souvent que possible.

Les explosions qui se sont produites, le 28 janvier dernier, dans les bassins de Lens et de Saarbrück, sont, à cet égard, assez instructives, car ces explosions, frappantes par leur presque simultanéité, se sont produites à un moment où le baromètre, depuis longtemps élevé, faisait une chute assez rapide.

Sans méconnaître les autres causes qui ont pu concourir à produire cette simultanéité, il y a donc là une coïncidence qui augmente notablement le *poids* de cette observation.

Voici d'ailleurs l'allure du baromètre à Paris (²), à l'époque où ces explosions se sont produites et dans la période précédente (³) :

Du 6 au 13 janvier le baromètre a oscillé de.......	766,5 mm	à 774,2 mm
Du 13 au 20 »	769,5	à 773,1
Du 20 au 27 »	763,0	à 770,7

Puis à partir du 27, à 10h du matin, la hauteur barométrique a diminué constamment et a passé par les valeurs suivantes :

1907. Janvier 27 à 10h..........	768,0 mm	1907. Janvier 28 à 10h..........	762,6 mm
» 14..........	766,6	» 14..........	759,4
» 18..........	766,5	» 18..........	757,5
» 22..........	765,0	» 22..........	755,7
» 28 à 2..........	764,1	» 29 à 2..........	753,4
» 6..........	762,5	» 6..........	751,4

Les explosions s'étant produites dans la matinée du 28, la pression n'était donc guère inférieure alors à la valeur minima (763mm,0) qu'elle

(¹) Voir notamment deux Notes, l'une d'Arago et l'autre de Combes, à propos d'un Mémoire de John Buddle sur ce sujet (*Comptes rendus*, t. II, 1836, p. 323-324 et 509-512).

(²) Toutes les pressions données ici sont réduites à 0° et se rapportent à l'altitude de 66m,8.

(³) Aux lieux où les explosions se sont produites, l'allure du baromètre a été sensiblement la même qu'à Paris, ainsi qu'il résulte de l'examen des isobases données par le *Bulletin du Bureau central météorologique*.

avait eue la semaine précédente (le 25). Cela confirme la remarque déjà faite par J. Buddle que « l'accroissement dans l'émission du gaz précède généralement de quelques instants la chute du baromètre ». Et l'on pourrait dire que ce qui caractérise le moment où se sont produites les explosions du 28 janvier, c'est l'approche d'une dépression barométrique importante.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre à la place devenue vacante, dans la Section des Académiciens libres, par le décès de M. *Raphaël Bischoffsheim*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 68,

Le prince Roland Bonaparte obtient. . .		37	suffrages
M. J. Tannery	» . . .	18	»
M. Carpentier	» . . .	6	»
M. L. Teisserenc de Bort	» . . .	4	»
M. Cornil	» . . .	3	»

Le prince **Roland Bonaparte**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

PLIS CACHETÉS.

Mme veuve **Roussin** demande, en son nom et au nom des autres héritiers, l'ouverture de cinq plis cachetés déposés, en 1875 et 1876, par feu M. François-Zacharie Roussin, inscrits sous les numéros 2916, 2919, 2933, 2964, 2990.

Ces plis, ouverts en séance par M. le Président, renferment des Notes relatives à diverses matières colorantes.

(Renvoi à l'examen de M. A. Haller.)

CORRESPONDANCE.

M. **Jörgensen** adresse ses remercîments à l'Académie pour la médaille Lavoisier qui lui a été décernée.

M. le **Recteur de l'Université d'Upsal** prie l'Académie de vouloir bien désigner un de ses Membres pour être l'hôte de l'Université pendant la célébration des fêtes qui seront données, les 23 et 24 mai 1907, en l'honneur du second centenaire de la naissance de Charles Linné.

(Renvoi aux Sections de Botanique et de Zoologie.)

M. **H.-H. Turner** fait hommage à l'Académie, en son nom et au nom des souscripteurs, d'un exemplaire de la reproduction du portrait de Sir W. Huggins, ancien Président de la Société Royale de Londres, peint par M. John Collier.

ASTRONOMIE. — *Étoiles variables nouvelles à variations lumineuses très rapides.* Note de M. **Jules Baillaud**, présentée par M. Lœwy.

Les clichés de la Carte du Ciel (série reproduite par l'héliogravure) sont obtenus à l'aide de trois poses successives de 30 minutes, la plaque photographique étant légèrement déplacée entre chacune d'elles. Chaque étoile est donc représentée par trois images contiguës : semblables, quand l'état du Ciel n'a pas changé pendant la soirée d'observation, différentes s'il a varié, mais dans ce cas montrant des différences analogues dans les images de toutes les étoiles du cliché. Cependant sur les photographies obtenues à Paris en 1906 on trouve quelques-unes de ces images triples dont les intensités des composantes sont dans des rapports très différents de ceux des intensités des composantes des autres images du cliché. Deux au moins de ces particularités paraissent dues à des étoiles à variations d'éclat très rapide.

Première étoile (Hercule).

Cliché 2031, obtenu le 20 juin 1906 par M. A. Smedts (héliogravé).

Position du centre..................	Æ = $16^h 56^m$	D = + 22°	
Heures moyennes des poses (T. S.)....	$16^h 7^m$	$16^h 40^m$	$17^h 13^m$

Coordonnées de l'étoile :

$x = -25^{mm},50$ $y = -18^{mm},29$ (à multiplier par 2 sur l'héliogravure)
$\alpha = 16^h 54^m 11^s$ $\delta = 21° 42' 0'',0$ (1900)

La première pose ($16^h 7^m$) a donné l'image la plus faible, un point gris correspondant aux disques stellaires de 14e,5 grandeur environ ; la deuxième image est un point très noir de 13e grandeur environ, la troisieme est de 2 ou 3 dixièmes de grandeur plus intense, 12,7 ou 12,8. Pour les autres étoiles photographiées sur le cliché, l'intensité des images se classerait dans l'ordre inverse; de plus, la gélatine vue au microscope n'accuse aucune anomalie, le grain est parfaitement homogène, sans aucune agglomération de particules d'argent, et chaque point est bien à sa place, ce qui empêche de craindre qu'une poussière sur la couche ait arrêté une partie de la lumière de la première pose. Il semble donc certain que l'on a affaire à une étoile variable subissant en 30 minutes une augmentation d'éclat d'au moins une grandeur et demie.

Deuxième étoile (Aigle).

Elle se trouve photographiée sur quatre clichés différents :

Cliché 2028, obtenu le 18 juin 1906 par M. A. Smedts, héliogravé (trois poses de 30 minutes).

Position du centre..............	$18^h 56^m$	+ 24°	
Heures moyennes des poses.......	$18^h 40^m$	$19^h 12^m$	$19^h 46^m$

Cliché 1988, obtenu le 21 juillet 1905 par M. Jules Baillaud, héliogravé (trois poses de 30 minutes).

Position du centre..............	$19^h 4^m$	+ 24°	
Heures moyennes des poses......	$18^h 31^m$	$19^h 3^m$	$19^h 37^m$

Cliché 1987, obtenu le 11 juillet 1905 par M. A Boinot (trois poses de 30 minutes).

Position du centre..............	$18^h 56^m$	+ 24°	
Heures moyennes des poses......	$18^h 53^m$	$19^h 38^m$	$20^h 10^m$

Cliché 294, obtenu le 31 août 1892 par M. Prosper Henry (une seule pose de 1 heure).

Position du centre...............	$19^h\ 4^m$	$+24^\circ$
Heure moyenne..................	$19^h 32^m$	

Coordonnées de l'étoile (coordonnées rectangulaires sur le cliché 2028 reproduit):

$x = +56^{mm},786$ $y = +33^{mm},774$

Æ $= 19^h 0^m 8^s,44$ $D = 24^\circ 40' 15'',8$ (1900,0)

L'aspect de l'image triple de cette étoile est à peu près le même sur les clichés 2028 et 1987, deux points sont presque égaux entre eux, le troisième est beaucoup plus faible. Ce dernier, qui correspond à la première pose, est à peine visible, certainement inférieur à un disque de $14^{gr},5$. Si on le compare aux images des trois autres étoiles contenues dans le même carré du réseau du cliché 2028, on le trouve très notablement plus faible qu'elles. Par contre, les deux autres points sont d'au moins une demi-grandeur plus forts que ceux des étoiles de comparaison; on peut les estimer de $13^{gr},8$ (deuxième pose) et de $13^{gr},6$ (première pose).

Sur le cliché 1988 les trois disques sont sensiblement égaux, mais, cette fois, tous à peine comparables à ceux de la plus faible des trois étoiles de comparaison (1).

Sur le cliché 294 la pose unique de 1 heure a donné une image bien formée, presque noire, franchement moindre que celles de ces étoiles.

Ces variations indubitables dans l'intensité des images de cette étoile ne peuvent pas être attribuées à des causes purement photographiques; elles donnent donc le droit de conclure à une variation lumineuse de cet astre. Malheureusement, les observations sont trop peu nombreuses pour qu'on puisse en apprécier la période et fixer la courbe de lumière. Cependant, pour ce dernier élément, peut-être pourrait-on remarquer, sous toutes réserves, que le minimum s'observe plus souvent que le maximum et que sa durée doit être bien plus longue que celle de la variation lumineuse. Il paraît en effet se retrouver sur les quatre clichés : la première pose (30 minutes) des clichés 2028 et 1987, les trois poses (1 heure 30 minutes) du cliché 1988, la pose de 1 heure du cliché 294 ayant donné des images peu différentes (comparées par l'intermédiaire des étoiles voisines). Sa durée

---

(1) Sur l'héliogravure du cliché 2028 on voit les deux points les plus intenses de l'étoile, et l'on distingue à peine les trois étoiles de comparaison. Sur celle du cliché 1988, les quatre étoiles sont visibles, la variation plus faible.

serait donc d'au moins 1 heure 30 minutes (cliché 1988). Par contre, les variations lumineuses de près d'une grandeur qui se sont produites pendant l'obtention des clichés 2028 et 1987 semblent s'être accomplies en moins de 30 minutes; elles ont dû commencer à la fin des premières poses et se terminer pendant les deuxièmes, car, si les différences d'intensités sont grandes entre les premières et les deuxièmes poses, elles sont faibles entre les deuxièmes et les troisièmes. La courbe de lumière présenterait donc un palier prolongé à son minimum, suivi d'une ascension très brusque.

Sur les quarante clichés examinés cette année par MM. A. Boinot et J. Baillaud et contenant plus de 50000 étoiles, on n'a trouvé que trois autres étoiles dont l'une des images soit plus faible que les deux autres. Pour deux de ces étoiles, un grain de poussière sur la plaque a fait écran devant une des images; le petit point obtenu est, en effet, décentré et déformé sans que pour cela le grain de la plaque, vu au microscope, paraisse anormal. La troisième semble présenter les mêmes caractères que les étoiles des clichés 2028 et 2031, mais elle est trop faible pour qu'on puisse être sûr que les variations observées ne sont pas de simples phénomènes photographiques.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quadrature des surfaces courbes*. Note (1) de M. **Zoard de Geöcze**, présentée par M. Poincaré.

1. On sait que Hermite a démontré que la définition de l'aire des surfaces courbes donnée par Serret est erronée. Mais on peut démontrer qu'entre les suites des polyèdres inscrits à la surface courbe selon les préceptes de Serret il en existe de telles que les limites des aires des polyèdres sont *déterminées*. Entre ces deux limites déterminées choisissons la limite minimum T. Pour certaines surfaces on a $T = +\infty$. Nous définissons T comme l'aire de la surface courbe.

Chaque définition donnée jusqu'à présent pour l'aire des surfaces courbes conduit à la *valeur* de T, dont, je crois, la *conception* est nouvelle. Dans ce qui suit, je fais connaître un extrait d'une partie de mes recherches sur la quadrature des surfaces courbes. Les démonstrations détaillées seront publiées ailleurs.

2. Soit $z = f(x, y)$ l'équation d'une surface située au-dessus du

(1) Présentée dans la séance du 28 janvier 1907.

carré $(0, a, 0, a)$. Pour les rectangles d'une *division rectangulaire* du carré, posons

$$\alpha_{i,j} = (x_{i+1} - x_i)(y_{j+1} - y_j),$$

$$\beta_{i,j} = \int_{x_i}^{x_{i+1}} |f(x, y_{j+1}) - f(x, y_j)|\, dx,$$

$$\gamma_{i,j} = \int_{y_j}^{y_{j+1}} |f(x_{i+1}, y) - f(x_i, y)|\, dy$$

$$(x_0 = 0,\ x_i < x_{i+1},\ i \leqq l - 1,\ x_l = a,\ y_0 = 0,\ y_j < y_{j+1},\ j \leqq m - 1,\ y_m = a).$$

Théorème. — *La limite de*

$$\sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} [\alpha_{i,j}^2 + \beta_{i,j}^2 + \gamma_{i,j}^2]^{\frac{1}{2}},$$

pour $l = \infty$, $m = \infty$, $x_{i+1} - x_i = 0$, $y_{j+1} - y_j = 0$, *est déterminée et indépendante des* x_i, y_j. *Soit* t *cette limite.* T *ne peut être moindre que* t.

3. Désignons par A, B, C, D, les points de f dont les coordonnées x, y sont respectivement x_i, y_j, x_i, y_{j+1}, x_{i+1}, y_{j+1}, x_{i+1}, y_j. Projetons orthogonalement les distances $\overline{AB}$, $\overline{BC}$, $\overline{CD}$, $\overline{DA}$, sur le plan xz. Soit $b_{i,j}$ l'aire absolue de la figure qui est renfermée par ces projections. Soit $c_{i,j}$ la quantité analogue pour le plan yz. Soit $\theta_{i,j}^y$ l'aire renfermée par $\overline{AB}$ et $\widehat{AB}$, $\theta_{i,j}^x$ l'aire renfermée par $\overline{AD}$ et $\widehat{AD}$; on a

$$\theta_{i,j}^y = \int_{y_j}^{y_{j+1}} \left| f(x_i, y) - \frac{f(x_i, y_{j+1}) - f(x_i, y_j)}{y_{j+1} - y_j}(y - y_j) - f(x_i, y_j) \right| dy.$$

Théorèmes. — *Désignant par* ABC *l'aire du triangle plan* ABC, *on a*

$$\sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} (\mathrm{ABC} + \mathrm{ADC}) \geqq \sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} [\alpha_{i,j}^2 + b_{i,j}^2 + c_{i,j}^2]^{\frac{1}{2}},$$

$$\sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} [\alpha_{i,j}^2 + b_{i,j}^2 + c_{i,j}^2]^{\frac{1}{2}}$$

$$\leqq \sum_0^{l-1} \sum_0^{m-1} \left[(\alpha_{i,j}^2 + \beta_{i,j}^2 + \gamma_{i,j}^2)^{\frac{1}{2}} + \theta_{i,j}^y + \theta_{i+1,j}^y + \theta_{i,j}^x + \theta_{i,j+1}^x \right],$$

et la limite du premier membre, si elle existe, n'est pas moindre que t.

4. Nous disons que la fonction uniforme $s(x)$ est une fonction *semi-continue*, si à chaque nombre η positif et donné à l'avance, pour chaque x

et pour les x' assez près de x on ait $s(x) - s(x') < \eta$. La fonction semi-continue générale, même dans le cas où ses valeurs sont toutes comprises entre des limites finies, n'est intégrable dans aucun intervalle quoiqu'elle ait des points de continuité et au moins un point de minimum absolu dans chaque intervalle. Étant donnée une constante d, l'ensemble des points x pour lesquels $s(x) \overline{\gtrless} d$ est relativement parfait [proprieté I de $s_y(x)$]. Posons

$$\sum_0^{m-1} \{(y_{j+1} - y_j)^2 + [f(x, y_{j+1}) - f(x, y_j)]^2\}^{\frac{1}{2}} = m(x),$$

$$\sum_0^{l-1} \{(x_{i+1} - x_i)^2 + [f(x_{i+1}, y) - f(x_i, y)]^2\}^{\frac{1}{2}} = l(y).$$

On sait que la limite de $m(x)$ pour $m = \infty$, $y_{j+1} - y_j = 0$, est la longueur de la section $x =$ const. de f, et la longueur n'est pas moindre que $m(x)$.

Soient $s_y(x)$ la longueur de la section $x =$ const., $s_x(y)$ celle de la section $y =$ const.; s_y est une fonction semi-continue générale n'ayant aucune condition restrictive sauf $s_y(x) \geqq a$.

Théorèmes. — *Soit δ positif et donné à l'avance. On ne peut trouver que dans le cas où s_y est continue dans l'intervalle total* (0, a), *m et les y_j tels que l'on ait $s_y(x) - m(x) < \delta$. Soit g le minimum absolu de s_y dans un intervalle (x', x'') et soit g fini. On peut trouver m et les y_j de manière que dans (x', x'') on ait (propriété II de s_y)*

$$g - m(x) < \delta.$$

t et T *et la somme des deux intégrales par* défaut

$$\int_0^a s_y(x)\,dx, \quad \int_0^a s_x(y)\,dy$$

sont à la fois finies ou infinies.

5. A l'aide des propriétés I et II de s_y on peut démontrer *le lemme principal* pour la démonstration du *théorème* T $= t$.

6. Soient E et F deux points quelconques de f. Dans ce qui suit je me borne à la classe de f pour laquelle il existe un nombre fini positif G, de sorte que la tangente trigonométrique de l'angle aigu formé par la droite EF et par le plan xy est toujours moindre que G. Il est connu qu'en général

une telle surface *n'a pas de plans tangents*. On a

$$s_y(x) < (1 + G^2)^{\frac{1}{2}} a, \qquad s_x(y) < (1 + G^2)^{\frac{1}{2}} a,$$

l'aire est finie (n° 4) et la division du n° 5 suffit comme *précepte* pour inscrire une suite de polyèdres pour démontrer que $T = t$.

Nous remarquons que : 1° $\theta^{y}_{i,j}$ est plus petite que l'aire d'une ellipse dont le petit axe est égal à $\overline{AB}$ et dont le grand axe est égal à la longueur de $\widehat{AB}$; 2° l'arc $\widehat{AB}$ est moindre que

$$(1 + G^2)^{\frac{1}{2}} (y_{j+1} - y_j):$$

3° $$0 \leqq \sum_{0}^{m-1} (\widehat{AB} - AB) = s_y(x_i) - m(x_i) < s_y(x_i), \qquad \widehat{AB} - \overline{AB} \geqq 0.$$

En faisant usage de ces lemmes géométriques et de quelques inégalités arithmétiques, on trouve que, pour la division du n° 5,

$$\lim_{\substack{l=\infty \\ \delta=0}} \sum_{0}^{l-1} \sum_{0}^{m-1} (\theta^{y}_{i,j} + \theta^{y}_{i+1,j} + \theta^{x}_{i,j} + \theta^{x}_{i,j+1}) = 0.$$

En effet, on trouve que la somme dont la limite est en question est du même *ordre* de grandeur que $\delta^{\frac{1}{2}}$.

Donc (voir n° 3)

$$\lim_{\substack{l=\infty \\ \delta=0}} \sum_{0}^{l-1} \sum_{0}^{m-1} [\alpha^2_{i,j} + b^2_{i,j} + c^2_{i,j}]^{\frac{1}{2}} = t.$$

On a donc une quadrature à l'aide des *quadrilatères gauches*.

Mais on peut démontrer, et dans l'extrait présent je n'indique pas la démonstration, que si la valeur de l qui correspond à δ va assez rapidement à l'infini

$$\lim \sum_{0}^{l-1} \sum_{0}^{m-1} (ABC + ADC) = t.$$

Donc (voir n° 2)

$$T = t.$$

MÉCANIQUE. — *Étude comparative des hélicoptères et des aéroplanes.* Note [1] de MM. **P. Tsoucalas** et **J. Vlahavas**, présentée par M. Maurice Levy.

I. *Inclinaison des plans sustentateurs.* — **1**. Le mouvement horizontal d'un aéroplane donne lieu à une résistance normale K [2],

$$K = f\varepsilon \sin^2\varphi v^2, \tag{19}$$

et un travail

$$T = f\varepsilon \sin\varphi v^3. \tag{20}$$

La force ascensionnelle, composante verticale de K, est

$$Z = f\varepsilon \sin^2\varphi \cos\varphi v^2, \tag{21}$$

ou plutôt

$$Z^3 = f\varepsilon \sin^4\varphi \cos^3\varphi T^2 \tag{22}$$

pour une surface ε et une dépense de travail données, le maximum de Z correspond à $\varphi = 49°6'24''$ et a la valeur

$$Z_m = 0{,}4508\ldots \sqrt[3]{f\varepsilon T^2}. \tag{23}$$

C'est le cas d'un aéroplane remorqué.

2. Le rendement d'une hélice à axe horizontal n'est pas indépendant de l'angle φ, puisque cet angle modifie la surface résistante, ε étant constant. La formule (21) s'écrit

$$Z^3 = f\varepsilon \sin^4\varphi \cos^3\varphi \tau^2 T^2, \tag{24}$$

et puisque la formule (12) nous donne

$$\tau = \frac{2\zeta^2 x^2 \sqrt{mxy}}{2\zeta^2 x^2 + (x + \sqrt{mxy})^2}, \qquad \text{où} \qquad m = \frac{\varepsilon}{s}\sin\varphi,$$

---

(1) Reçue dans la séance du 7 janvier 1907.

(2) Voir *Comptes rendus* du 21 janvier 1907, p. 125.

nous tirons, de l'équation $\frac{d}{d\varphi}Z^3 = 0$,

$$(25) \qquad 3\,\text{tang}^2\varphi = 5 - \frac{\tau}{k\zeta x},$$

formule qui, pour chaque valeur de m, donne une valeur de φ.

Pour le maximum absolu de Z, il faut en même temps

$$\frac{dZ}{dm} = 0 \qquad \text{ou} \qquad \frac{d\tau}{dm} = 0,$$

ce qui donne

$$(26) \qquad \tau - k\zeta x = 0,$$

équation qui, avec la précédente, donne $\varphi = 49^\circ 6' 24''$, ce qui exige en même temps une valeur de s donnée par la formule $\frac{\varepsilon}{s}\sin\varphi = 0{,}327$ ou $\frac{\varepsilon}{s} = 0{,}432$, c'est-à-dire une surface alaire trop grande.

Puisque, en général, la grandeur de la surface alaire de l'hélice est donnée par d'autres considérations, l'équation (25) donne, pour chaque valeur de m, la valeur correspondante de φ.

En tout cas, la variation de φ qui rend Z maximum relatif n'est pas très grande. Dans les limites, pour $m = \infty$ les formules (10) et (12) donnent

$$(27) \qquad \tau - 2k\zeta x = 0 \qquad \text{et} \qquad \varphi = 45^\circ.$$

II. *Comparaison des forces ascensionnelles.* — 3. Pour comparer les deux manières de solution du plus lourd que l'air, nous allons chercher la grandeur des forces ascensionnelles données par une même hélice disposée tantôt verticalement (hélicoptères), tantôt horizontalement (aéroplanes).

Nous avons déjà trouvé (18) pour les hélicoptères

$$(28) \qquad Z_m = 0{,}374\ldots\sqrt[3]{fsT^2}.$$

Pour un aéroplane muni d'une hélice de surface alaire donnée s, la force ascensionnelle est (24) et, puisque $\varepsilon\sin\varphi = ms$,

$$(29) \qquad Z^3 = fs\sin^3\varphi\cos^3\varphi\, m\tau^2 T^2.$$

Le maximum absolu, donné par les équations $\frac{\partial}{\partial\varphi}Z^3 = 0$ et $\frac{\partial}{\partial m}Z^3 = 0$,

dont la première donne la formule (25) et la seconde la formule (27), est

$$(30) \qquad Z_m = 0,187\ldots\sqrt[3]{fs\mathrm{T}^2}$$

correspondant à $\varphi = 45°$ et $m = \infty$, c'est-à-dire à une surface sustentatrice infinie.

4. La comparaison des formules (28) et (30) montre clairement que la force ascensionnelle de l'aéroplane est la moitié de celle de l'hélicoptère pour la même dépense et la même hélice.

En plus, l'hélicoptère n'a pas besoin de plans sustentateurs, poids nuisible et compromettant la stabilité.

En comparant les travaux nécessaires dans les deux cas pour produire la même force ascensionnelle, nous trouvons

$$(31) \qquad \mathrm{T}_{\text{hélicoptère}} = 0,353\ldots\mathrm{T}_{\text{aéroplane}}$$

dans le cas le plus favorable pour l'aéroplane, mais pratiquement inaccessible.

Par exemple, avec les données $\varepsilon = 70^{\mathrm{m}^2}$, $\varphi = 10°$, $s = 1^{\mathrm{m}^2}$ de quelques expériences des plus récentes, on trouve

$$(32) \qquad \mathrm{T}_{\text{hél.}} = 0,026\ldots\mathrm{T}_{\text{aér.}}.$$

Puisque nous pouvons toujours admettre que la résistance du bâti est dans tous les cas moindre que le $\frac{1}{10}$ de la résistance totale de l'aéroplane, la vitesse de translation de l'hélicoptère peut être acquise avec une dépense supplémentaire

$$(33) \qquad \frac{1}{10\sqrt{10}}\mathrm{T}_{\text{aér.}} \quad \text{ou mieux} \quad 0,031\ldots\mathrm{T}_{\text{aér.}}.$$

Donc, la dépense totale pour obtenir avec un hélicoptère la même force ascensionnelle et la même translation qu'avec un aéroplane ne serait, dans le cas de l'exemple, que

$$(34) \qquad \mathrm{T}_{t_{\text{hél.}}} = 0,057\ldots\mathrm{T}'_{\text{aér.}},$$

c'est-à-dire pas même 6 pour 100. Différence énorme.

OPTIQUE. — *Sur la réfraction dans les gaz composés*. Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Lippmann.

1. On entend par réfraction R l'indice N diminué de l'unité.

Si l'on appelle *réfraction atomique* le quotient de la réfraction d'un corps simple par son atomicité, on peut formuler la règle suivante :

La réfraction d'un gaz composé est la somme des réfractions des atomes qui entrent dans la molécule.

Soient $a_1, a_2, a_3, \ldots$ les nombres d'atomes constituants de la molécule, et $r_1, r_2, r_3, \ldots$ leurs valeurs réfractives correspondantes, on aura

$$R = a_1 r_1 + a_2 r_2 + a_3 r_3 + \ldots = \Sigma ar.$$

Exprimons ces valeurs en les multipliant par 10^6, nous trouverons, par exemple :

		Valeurs	
		calculées.	observées.
HCl........	$\frac{139}{2} + \frac{768}{2}$........	453,5	447
NO.........	$\frac{300}{2} + \frac{271}{2}$........	285,5	297
NH^3........	$\frac{300}{2} + \frac{139 \times 3}{2}$....	358,5	371 (Lorentz)
H^2O........	$139 + \frac{271}{2}$........	274	257 [Mascart (1)]

Au premier abord la concordance ne paraît pas rigoureuse. Mais il faut se rappeler que :

1° Les mesures pour les indices ont été effectuées, selon les auteurs, en employant des raies différentes, celles de M. Mascart offrant, cependant, plus d'homogénéité;

2° Les gaz non parfaits, ou capables de se polymériser, présentent, comme indices, des valeurs illusoires. Alors la molécule chimique se trouve mal définie, ainsi qu'il arrive au peroxyde d'azote gazeux. De plus la condensation des vapeurs, si faible soit-elle, enlève toute précision aux mesures et accroît l'indice. Tel serait, par exemple, le cas du brome, dont la réfraction 1127 est certainement trop forte. Aussi trouve-t-on, par le calcul, 632 pour HBr et 570 par l'observation.

(1) Jamin avait trouvé 261 [*Ann. de Chim. et de Phys.* (3e série), t. LII, p. 171].

3° Enfin les écarts entre l'expérience et la formule sont inférieurs à ceux que présentent les nombres donnés par les auteurs. Notons par exemple les valeurs 1476 (Mascart), 1480 (Dulong) et 1497 (Lorentz) du sulfure de carbone gazeux; 702 (Mascart), 685 (Ketteler) et 662 (Dulong) du SO^2, 784 (Ketteler), 820 (Mascart) et 846 (Chappuis) du cyanogène.

Il ressort de ces diverses causes d'incertitude que les deux premières décimales significatives de l'indice sont seules acceptables et, dans certains cas, uniquement la première.

De la formule $R = \Sigma ar$ il résulte aussi que la molécule agit sur la lumière par l'ensemble de ses atomes, et qu'elle jouit, dans le phénomène de la réfraction, de l'indépendance que lui accordent la théorie cinétique des gaz et l'étude des constantes diélectriques.

2. En appliquant la loi ci-dessus, on trouverait par différence la valeur réfractive de tel ou tel élément gazeux.

Ainsi $CO^2 = 447$ et $O^2 = 271$. Donc $C = 447 - 271 = 186$. Portant la valeur de C dans CH^4, nous aurons

$$CH^4 = 186 + 139 \times 2 = 464 \qquad \text{(au lieu de 441)}.$$

De $SO^2 = 686$ (Ketteler) nous tirons $S = 686 - 271 = 415$.

Or, en opérant sur de la vapeur de soufre, capable d'une si grande polymérisation, Le Roux trouve $r = 1629$. On voit qu'il opéra sur des molécules tétratomiques $\frac{1629}{415} = 4$ environ.

A une température supérieure à celle du rouge, il eût obtenu un nombre inférieur, correspondant à un degré moindre de polymérisation.

Réciproquement, la connaissance de la réfraction d'un corps polymérisé, tel que l'ozone, permettra de vérifier sa composition. Pour l'ozone, on devrait trouver un indice $N = 1 + (271 \times \frac{3}{2})\, 10^{-6} = 1,000406$.

Mais l'expérience n'a pas été faite, autant que nous sachions.

Les recherches de Landolt, Brühl et Schröder, sur les réfractions des liquides, permettent de tirer d'autres conséquences de la formule précédente. Signalons enfin, pour mémoire, la formule empirique de M. Joubin, qui s'interprète ainsi : La réfraction d'un corps est proportionnelle à la racine carrée du poids moyen des atomes qui constituent la molécule (*Comptes rendus*, t. CXV, p. 1061).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les phénomènes de résonance dans le cas des transformateurs à circuit magnétique ouvert et leur utilité dans la production de fortes étincelles électriques.* Note de MM. G.-A. Hemsalech et C. Tissot, présentée par M. Lippmann.

On sait que, lorsqu'un circuit pourvu de capacité et de self-induction est parcouru par un courant alternatif, il se produit des effets de résonance quand $LC\omega^2 = 1$. Généralement, on tâche d'éviter ce régime de résonance à cause de ses effets désastreux de surtension sur l'isolement des circuits et appareils mis en jeu. Mais il y a certains cas dans lesquels il y a grand avantage à établir la résonance et l'un de ces cas se présente dans la production des étincelles électriques à l'aide des courants alternatifs. Quoique beaucoup de physiciens se soient servis de transformateurs à courant alternatif pour la production des étincelles électriques, il nous semble qu'aucun n'a insisté suffisamment sur l'avantage du régime résonant. Nous croyons donc utile de signaler les quelques observations que nous avons eu l'occasion de faire à l'aide d'un transformateur à circuit magnétique ouvert, analogue à celui construit par Rowland en 1887 et employé aussi par MM. Crew et Baker (1), Exner et Haschek (2) et Eder et Valenta (3) dans leurs recherches spectroscopiques.

L'appareil que l'un de nous a construit au laboratoire des recherches physiques à la Sorbonne consiste en trois parties démontables : le primaire, enroulé sur un tube de carton renfermant un noyau en fil de fer, et deux bobines indépendantes enroulées sur des galettes de bois, constituant le secondaire; ces deux bobines sont glissées sur le primaire et leurs enroulements réunis à la couche intérieure. Ainsi l'isolement entre le primaire et le secondaire peut être très faible, même nul. Le rapport de transformation est de 180. Le secondaire est relié aux armatures d'un condensateur à plaques, à capacité variable (capacité de chaque plaque : 0,00115 microfarad). Une bobine de self à self-induction variable est insérée dans le circuit du primaire. L'introduction de cette bobine de self est indispensable pour obtenir des étincelles bien disruptives et sans superposition d'un arc comme l'a montré M. d'Arsonval (4). Mais elle a encore une autre importance car elle permet de faire varier le nombre d'étincelles par seconde

(1) Crew and Baker, *Astroph. Journ.*, t. XVI, 1902, p. 61.

(2) Exner und Haschek, *Berichte Akad. Wiss. Wien,* t. CIV, 1895.

(3) Eder und Valenta, *Denkschr. Akad. Wiss. Wien,* t. LXIII, 1896.

(4) D'Arsonval, *Comptes rendus,* t. CXXIII, 1896, p. 18, et t. CXXX, 1900, p. 1049.

sans modifier aucunement les conditions de résonance; ainsi avec une période de 42 dans le primaire, on peut, pour une longueur d'étincelle donnée, réduire le nombre des décharges du condensateur jusqu'à une et même moins par seconde, en augmentant la self-induction.

Les étincelles ainsi produites sont aussi disruptives que celles obtenues par une machine statique. Cette action de la bobine de self se manifeste presque uniquement pendant le régime de résonance.

Avec une plaque du condensateur, notre transformateur donne une étincelle longue de 3^{mm} entre boules de cuivre de 2^{cm} de diamètre, ce qui correspond à 11400 volts. En augmentant la capacité, la longueur de l'étincelle augmente et le régime de résonance s'établit avec 10 plaques, donnant une étincelle de 13^{mm}, c'est-à-dire 37300 volts; le courant dans le primaire est de 22 ampères sous 110 volts. Nous aurions pu pousser le potentiel plus loin, mais nous craignions d'endommager le condensateur.

Lorsqu'on fait éclater la décharge de 10 plaques condensatrices entre des électrodes de forme conique de 5^{mm} à 8^{mm} de diamètre, forme et grandeur employées généralement en spectroscopie, on obtient des étincelles condensées très nourries de plus de 4^{cm} de longueur; et comme dans la plupart des cas on n'a besoin que d'étincelles de 10^{mm} de long environ, il suffit de fournir un très faible courant au primaire.

Le débit dans le secondaire était de 0,23 ampère avec 20 ampères dans le primaire pour le régime de résonance; hors de ce régime, le débit est faible; ainsi, avec 4 plaques condensatrices nous obtenions 0,12 ampère dans le secondaire avec 16 ampères dans le primaire.

Pour faire varier la capacité en maintenant un régime de résonance, on peut, comme l'indique la théorie, faire varier la self-induction du secondaire ou la fréquence du courant dans le primaire. Nous avons vérifié expérimentalement le premier point; en intercalant entre le secondaire de notre transformateur et le condensateur le secondaire d'une bobine de Rochefort, le régime de résonance (étincelle longue) fut rétabli en réduisant la capacité à une seule plaque condensatrice.

Un transformateur du type que nous venons de décrire paraît susceptible de rendre des services réels non seulement à la spectroscopie, mais aussi à la télégraphie sans fil, où la résonance des différents circuits est de première importance [1]. Dans cet appareil à circuit magnétique ouvert et à fer non saturé, l'établissement de la résonance ne dépend pratique-

---

[1] Voir FLEMING, *Electric wave Telegraphy*, London, 1906.

ment que de la valeur de la self-induction du secondaire. Il devient alors extrêmement facile d'établir *a priori* un appareil satisfaisant à des conditions d'accord données.

Pour pouvoir tirer tout l'avantage d'un tel appareil en spectroscopie, où il est souvent nécessaire de faire varier la capacité, il suffirait de choisir la self-induction du secondaire telle que la résonance s'établirait avec une certaine capacité maximum, et d'avoir une self-induction variable ou une série de bobines de self, que l'on intercalerait au fur et à mesure qu'on diminue la capacité.

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches expérimentales sur les diélectriques solides.* Note de M. **Louis Malclès**, présentée par M. Poincaré.

Le phénomène de la charge et de la décharge lentes des condensateurs était considéré jusqu'ici comme se manifestant à des degrés divers pour tous les diélectriques solides. On verra, par ce qui suit, que la paraffine anglaise du commerce, fusible vers 72°, présente une stabilité diélectrique parfaite, c'est-à-dire n'indique ni surcharge ni résidu, et que cette propriété peut être très utilement appliquée à l'étude des diélectriques ordinaires.

Le disque de paraffine est interposé entre les plateaux AB, *ab* d'un condensateur plan. L'armature *ab*, munie d'un anneau de garde *pq*, est reliée à l'une des paires de quadrants d'un électromètre Curie. L'armature AB est chargée au potentiel + V d'une batterie d'accumulateurs fermée sur une forte résistance dont le milieu est au sol. L'effet sur l'électromètre est compensé par un condensateur cylindrique à capacité variable C_c dont l'une des armatures C, chargée à — V, peut se déplacer de quantités connues dans la direction de l'axe. Un double contact permet de charger ou de décharger, *au même instant*, les deux condensateurs.

Si les deux capacités ne subissent, au cours du temps, aucune variation, on peut régler leur équilibre de manière que la charge ou la décharge instantanée des deux condensateurs en opposition ne produise aucun effet sur l'électromètre. Nous avons effectué ce réglage avec l'air, puis avec la paraffine. Cette substance était d'abord interposée entre les armatures du condensateur de manière à adhérer parfaitement aux surfaces AB, *ab*. Ensuite nous l'avons légèrement creusée sur les deux faces afin de supprimer le contact avec les plateaux, tout au moins dans la région du champ sensible à l'électromètre. Nous avons opéré jusqu'à 6000^{volts}, l'épaisseur du diélectrique étant de 20^{mm}. Dans tous les cas l'équilibre a pu être réa-

lisé d'une manière rigoureuse et maintenu ensuite indéfiniment. On peut en conclure que la paraffine se comporte, dans les conditions indiquées, comme un diélectrique parfait.

Ce fait nous a suggéré l'idée d'étudier les autres diélectriques au sein de la paraffine. Nous avons éliminé ainsi les causes perturbatrices très complexes que l'on rencontre lorsqu'une couche d'air sépare un diélectrique quelconque des plateaux du condensateur. Nos observations ont porté sur l'ébonite, le verre, le mica. Sur la figure 1, on voit le diélectrique *mn* noyé dans de la paraffine et soumis à l'action du champ.

Soit à mesurer l'effet de la charge lente. Les armatures AB, *ab* étant d'abord au potentiel o, on porte AB au potentiel $+V$, puis l'on isole aussitôt après le secteur de l'électromètre relié à *ab*. S'il y a charge lente, l'image se déplace. On note les déviations de minute en minute. Après un temps *t*, 1 heure au maximum, on ramène au potentiel o d'abord *ab*, puis AB, et l'on isole à nouveau l'électromètre. Les déviations observées donnent, dans ce cas, les valeurs de la décharge lente. Quand l'image sort de l'échelle, on a recours à la capacité variable pour compenser et mesurer de minute en minute les effets de la surcharge et du résidu.

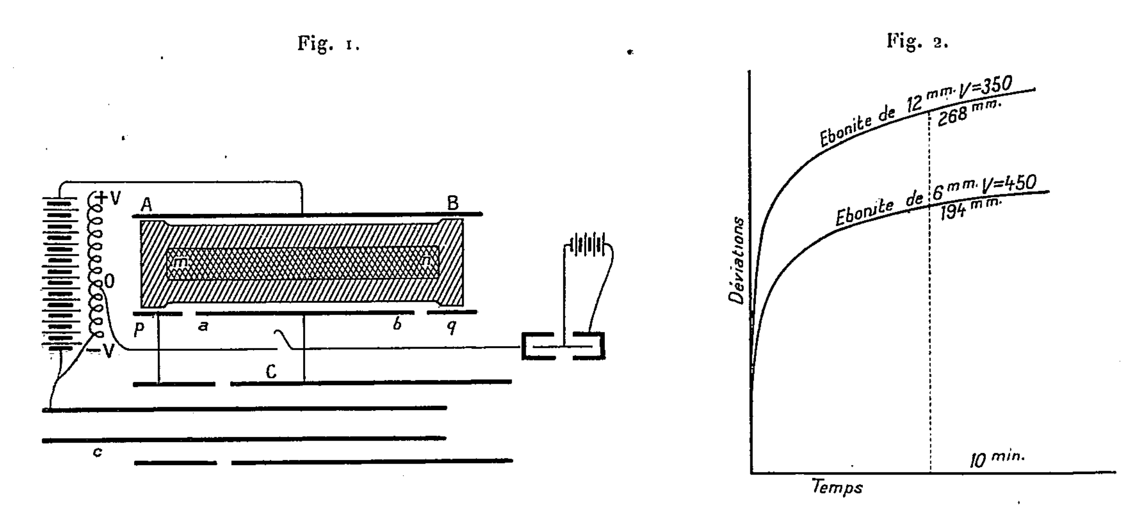


Fig. 1. Fig. 2.

Les courbes ci-dessus (*fig.* 2) donnent l'allure du phénomène pour deux disques d'ébonite de 12^{mm} et de 6^{mm} d'épaisseur. Ces courbes, construites en portant en abscisses les minutes et en ordonnées les déviations de l'électromètre, se rapportent aussi bien à la charge qu'à la décharge lentes. La lecture 268^{mm} (*fig.* 2), faite après 10 minutes de surcharge avec l'ébonite de 12^{mm} et pour $V = 350$, indique un accroissement de capacité égal

à $\frac{1}{15}$ de la capacité totale du condensateur plan. D'après les courbes, on voit que les déviations, extrêmement rapides au début, s'amortissent très vite. Après un temps très long, ces déviations, quoique très faibles, sont encore appréciables. Enfin, les valeurs de la charge et de la décharge lentes, au temps t, sont proportionnelles aux voltages.

Ainsi, avec un diélectrique solide, tel que le verre, l'ébonite, le mica, n'adhérant pas aux armatures d'un condensateur et à l'abri, par conséquent, des effets de pénétration et de conductibilité, on observe encore une surcharge et un résidu. Nous pensons que les variations de la capacité, observées dans ce cas, peuvent s'expliquer par l'existence de charges des deux signes à l'intérieur du diélectrique et une mobilité particulière de ces charges sous l'action du champ.

PHYSIQUE. — *Essai d'une théorie de la phosphorescence et de la fluorescence.* Note de M. **J. de Kowalski**, présentée par M. E.-H. Amagat.

Les idées de J.-J. Thomson, sur la production de la lumière sous l'influence des décharges électriques, nous ont amené à esquisser la théorie suivante sur la phosphorescence et la fluorescence; théorie qui permet de coordonner les deux phénomènes en leur donnant une cause commune.

M. J.-J. Thomson suppose qu'un groupement corpusculaire faisant partie d'un atome produit de la lumière, au moment où son énergie interne dépasse une certaine valeur minimum d'énergie, valeur qu'il appelle *énergie critique*.

Cette valeur peut être atteinte soit par élévation de la température du milieu (moyen peu économique), soit par l'introduction dans le sein du système corpusculaire de nouveaux électrons.

En appliquant cette manière de voir à la phosphorescence nous admettons que chaque corps phosphorescent est composé de deux genres distincts de système corpusculaire, que nous appelons *systèmes électronogène et luminophore*.

Un système électronogène a la propriété d'expulser, sous l'influence d'une énergie extérieure (par exemple la lumière), des électrons. La production des rayons secondaires dans les corps serait due à la présence de groupements électronogenes.

Les expériences de MM. Lenard, Elster et Geitel, Sir William Ramsay, Dr Spencer, Sagnac et autres démontrent que la quantité des électrons

émis sous l'action de la lumière varie beaucoup selon les différents corps et selon la qualité de la lumière employée. La vitesse des électrons expulsés varie aussi. Nous sommes donc forcés d'admettre que les systèmes corpusculaires sont électronogènes à un degré très différent.

Un système luminophore est un système corpusculaire dont l'énergie intérieure est très proche de l'énergie critique. Il suffit donc qu'il absorbe une quantité d'électrons relativement petite, pour qu'il devienne lumineux. Il pourra, dans certains cas, absorber une quantité d'électrons telle que son énergie intérieure dépasse, même notablement, la valeur critique de J.-J. Thomson. Il est certain que le luminophore n'absorbera les électrons qui le traversent, qu'à condition que leur vitesse soit en un certain rapport avec son énergie et sa structure. Chaque luminophore peut être aussi électronogène à un certain degré.

Chaque atome peut renfermer un ou plusieurs luminophores, mais chaque luminophore ne produit qu'une lumière ayant un spectre déterminé.

Le mécanisme de la phosphorescence et de la fluorescence s'explique dans cette hypothèse de la manière suivante : la lumière produit en grande quantité l'expulsion des électrons dans les systèmes fortement électronogènes. Ces derniers étant intimement liés avec les luminophores, les rayons secondaires peuvent y pénétrer, pourvu que leur vitesse soit appropriée. La valeur critique de l'énergie intérieure du luminophore sera bientôt dépassée, et il produira de la lumière.

Dans le cas des corps fluorescents, ces électrons ne seront pas absorbés d'une façon durable : c'est au moment où ils traversent le luminophore que celui-ci devient lumineux. Dans le cas des corps phosphorescents, l'absorption des électrons par le luminophore se produit, et celui-ci restera lumineux jusqu'à ce qu'il ait expulsé une quantité suffisante d'électrons et rayonné assez d'énergie pour arriver à une valeur de l'énergie intérieure en dessous de la valeur critique.

Le principe fondamental de ma théorie, voire la coexistence des deux genres de systèmes corpusculaires dans les corps phosphorescents et fluorescents, est confirmé par les faits expérimentaux.

Pour la phosphorescence, ce sont les travaux de MM. Lenard et Klatt, Urbain, de Visser, Waentig, qui démontrent que, pour que la phosphorescence ait lieu, il faut mettre en présence et contact deux corps différents qu'ils nomment *dissolvant* et *métal actif*. C'est le métal actif qui joue le rôle de luminophore ; comme les sulfures employés comme dissol-

vants possèdent une très grande faculté de produire des rayons secondaires sous l'influence de la lumière, il est très probable que ce sont eux qui contiennent des systèmes électronogènes.

Pour les corps fluorescents, les travaux de M. Kauffman sur la constitution des corps organiques fluorescents confirment également ma manière de voir.

Notre théorie nous permet de trouver une relation, confirmée pleinement par l'expérience, entre l'intensité de la phosphorescence et le temps.

Le développement mathématique, que je ne reproduirai pas ici, conduit, comme première approximation, à la formule suivante pour l'intensité de la phosphorescence :

$$I = A_e^{-\alpha t} - B,$$

où les constantes A, α, B sont des fonctions de la température.

Cette formule correspond aussi, à la signification des constantes près, à la formule de M. H. Becquerel.

Le spectre d'extinction découvert par E. Becquerel et étudié par M. H. Becquerel s'expliquerait, d'après notre théorie, par les considérations suivantes : Des expériences sur l'ionisation produite par des corps exposés à la lumière nous ont appris qu'il existe des régions du spectre qui possèdent la propriété d'exciter des rayons secondaires à un degré plus élevé que d'autres régions.

Si donc le luminophore du corps phosphorescent augmente les propriétés électrogéniques dans les régions ultra-rouges du spectre, l'excitation du corps phosphorescent par le spectre accélérera l'émission des électrons du luminophore. Ainsi son énergie descendra vite au-dessous de l'énergie critique.

D'après notre théorie, la phosphorescence produite par des rayons cathodiques, découverte par Sir William Crookes et étudiée récemment par M. Urbain, serait un phénomène assez complexe. Elle est due en partie aux électrons provenant directement des rayons cathodiques et traversant le luminophore ainsi qu'à ceux qui sont émis par les rayons secondaires. Un raisonnement analogue à celui que M. J.-J. Thomson a donné pour l'explication des deux spectres de l'argon nous permet également d'expliquer certaines particularités des expériences de M. Urbain, notamment les différences de spectres phosphorescents de l'europium dilué soit dans la chaux, soit dans la gadoline.

Il est aussi facile de voir qu'en général un atome qui peut contenir

quelques luminophores distincts peut présenter des spectres différents dans un même diluant.

PHYSICO-CHIMIE. — *Sur les poids moléculaires de divers gaz calculés par la méthode des densités limites.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. H. Becquerel.

La méthode des densités-limites permet de déterminer le poids moléculaire d'un gaz d'après deux données (densité et compressibilité) relatives à ce gaz au voisinage de la pression atmosphérique (en y joignant les données analogues pour l'oxygène qui est pris comme terme de comparaison). Les valeurs expérimentales encore peu nombreuses il y a quelques années se sont multipliées en raison de l'importance chimique du problème depuis que j'ai fait connaître en 1898 cette méthode. Les données des trois séries principales sont résumées ci-après.

Densités. — Le Tableau suivant donne les densités normales (0°, 760^{mm}) par rapport à l'oxygène qui sont celles qui interviennent dans le calcul :

	H^2.	Az^2.	CO.	CO^2.	Az^2O.	HCl.	AzH^3.	SO^2.
Leduc..........	0,62865	0,87508	0,87495	1,38324	1,38450	1,14836	0,54025	2,04835
Rayleigh........	»	0,87507	0,87498	1,38335	1,38390	»	»	»
Guye, Jaquerod, Pintza.......	»	»	»	1,38315	1,38357	1,14735	0,53932	2,04772

On peut ajouter les valeurs $d=0{,}62892$ pour H^2 (Morley), $d=0{,}93783$ (Gray), ou $d=0{,}93773$ (Guye et Davila) pour AzO et $d=0{,}53941$ pour AzH^3 (Perman et Davies).

L'accord est moins bon pour les gaz facilement liquéfiables que pour les gaz permanents; les nombres des derniers observateurs sont un peu plus faibles que ceux des deux premiers. Ces nombres (et, par suite, les poids moléculaires que l'on en déduit) seraient relevés de $\frac{1}{7000}$ environ, si l'on remplaçait la valeur 1,4292 trouvée par MM. Guye et Pintza pour le poids spécifique de l'oxygène, par la valeur 1,4290 indiquée par M. Morley.

Compressibilités. — L'écart à la loi de Mariotte se traduit par la variation du produit pv qui peut être regardé en première approximation comme une fonction linéaire soit de la densité, soit de la pression en posant

$$pv = 1 - \varepsilon : v \tag{1}$$

ou

$$pv = 1 - \alpha p, \tag{2}$$

ε et α étant des constantes petites par rapport à l'unité. On regarde, en général, les formules (1) et (2) comme équivalentes pour les applications. Il n'en est rien. Regnault avait déjà montré et les expériences de M. Chappuis sur CO^2 ont confirmé que la formule (1) donne des résultats exacts jusque sous une pression de plusieurs atmosphères, tandis que la formule (2) est déjà en défaut pour des pressions comprises entre $0^{atm},5$ et 1^{atm}. On arrive à la même conclusion par voie théorique : l'équation de Van der Waals appliquée entre 0^{atm} et 2^{atm} à des gaz tels que CO^2 ou SO^2 indique une variation de pv fortement parabolique avec la pression, mais à peu près rigoureusement linéaire avec la densité. L'équation (1), dont la constante ε est égale à la différence $a - b$ des constantes de l'équation de Van der Waals, peut donc remplacer celle-ci dans les applications présentes (*cf.* la discussion de ce point, p. 33 et suivantes dans mon Mémoire, *Sur les thermomètres à gaz*). En posant :

$$A_p^{p'} = \left(1 - \frac{p'v'}{pv}\right) : (p' - p)$$

on en tire, pour les coefficients d'écart à la loi de Mariotte entre 0^{atm}, $0^{atm},5$, 1^{atm} et 2^{atm} :

$$A_0^1 = \frac{\varepsilon}{1-\varepsilon}, \quad A_{0,5}^1 = \frac{\varepsilon}{1-2\varepsilon}, \quad A_1^{0,5} = \frac{\varepsilon}{1-2,5\varepsilon}, \quad A_2^1 = \frac{\varepsilon}{(1-2\varepsilon)(1-3\varepsilon)}.$$

On peut déduire des nombres expérimentaux $A_{0,5}^1$, $A_1^{0,5}$ ou A_2^1 la valeur de ε et la porter dans A_0^1, ou plus simplement (ce qui revient à négliger les termes en ε^3) se contenter de poser :

$$A_0^1 = \frac{A_{0,5}^1}{1 + A_{0,5}^1}, \qquad A_0^1 = \frac{A_1^{0,5}}{1 + 1,5 A_1^{0,5}}, \qquad A_0^1 = \frac{A_2^1}{1 + 4 A_2^1}.$$

L'écart entre A_0^1 et A_2^1 est environ $5\varepsilon^2$; l'écart entre A_0^1 et $A_{0,5}^1$, égal environ à ε^2, bien que plus petit, n'est pas négligeable pour les gaz très compressibles.

C'est pour avoir confondu à tort A_0^1 avec $A_{0,5}^1$ que M. Guye a trouvé par la formule des densités limites [1] des poids moléculaires trop faibles pour AzH^3 et SO^2. Voici les

---

[1] De la valeur $A_2^1 = 0,02599$ trouvée pour SO^2 on tire $\varepsilon = 0,02307$; d'où

$$pv = 1 - 0,02307 : v,$$

qui donne des valeurs identiques à celles de la formule

$$(p + 0,0284 : v^2)(v - 0,00535) = 1$$

contenue dans mon Mémoire de 1899 au *Journal de Physique*. Entre les pressions $0^{atm},263$, $0^{atm},526$, $1^{atm},052$ (soit 20^{cm}, 40^{cm} et 80^{cm} de mercure) on trouve

$$A_{0,263}^{0,526} = 0,02363, \qquad A_{0,526}^{1,052} = 0,02418,$$

en bon accord avec les valeurs expérimentales

$$A_{0,263}^{0,526} = 0,02360, \qquad A_{0,526}^{1,052} = 0,02386$$

indiquées par MM. Jaquerod et Scheuer (*Comptes rendus*, 22 mai 1905). La variation de $A_p^{p'}$ avec la pression n'avait donc pas échappé à ces habiles observateurs.

nombres observées par MM. Leduc et Sacerdote, Rayleigh, Chappuis, Jaquerod et Scheuer :

		H^2.	Az^2.	CO.	O^2.	Az O.	CO^2.	Az^2O.	H Cl.	Az H^3.	SO^2.
L. et S.	$10^5 A_2^1$....	−64	+38	46	76	106	692	783	813	1557	2599
	$10^5 A_0^1$....	−64	+38	46	76	106	674	759	787	1470	2361
R.	$10^5 A_1^{0,5}$..	−53	+56	81	94	»	668	747	»	»	»
	$10^5 A_0^1$....	−53	+56	81	94	»	661	739	»	»	»
C.	$10^5 A_2^1$....	−58	+43	»	»	»	694	»	»	»	»
	$10^5 A_0^1$....	−58	+43	»	»	»	676	»	»	»	»
J. et S.	$10^5 A_{0,5}^1$..	−52	»	»	97	117	»	»	»	1527	2386
	$10^5 A_0^1$....	−52	»	»	97	117	»	»	»	1504	2330

Ces nombres sont assez concordants pour ne laisser dans la plupart des cas qu'une faible incertitude numérique sur le facteur $(1 - A_0^1)$ à employer pour passer de la densité normale du gaz (mesurée sous 1^{atm}) à sa densité limite. Ce facteur représente, comme on sait, le rapport du volume *réel* du gaz à son volume *idéal*, ou, si l'on préfère, le *volume moléculaire* du gaz réel en prenant pour unité celui du gaz parfait.

En employant pour chaque gaz la densité et la compressibilité trouvées par les mêmes observateurs, on trouve pour le poids moléculaire M, calculé par la formule $M = 32d(1 - A_0^1) : (1 - A_0'^1)$ dans laquelle A_0^1 se rapporte au gaz considéré, $A_0'^1$ à l'oxygène :

	H^2.	Az^2.	CO.	CO^2.	Az^2O.	H Cl.	Az H^3.	SO^2.
M(L)........	2,0145	28,013	28,007	43,999	43,999	36,486	17,047	64,050
M(R)........	»	28,016	28,003	44,017	43,999	»	»	»
M(G, J, S, P) .	»	»	»	44,0045	43,925	36,462	17,015	64,064

MM. Guye et Pintza n'ayant pas mesuré les compressibilités de CO^2, de Az^2O et de HCl, j'ai adopté dans la réduction de leurs densités le nombre de M. Chappuis pour CO^2, la moyenne de ceux de lord Rayleigh et de MM. Leduc et Sacerdote pour Az^2O et celui de ces derniers pour HCl.

La densité de H^2 trouvée par M. Morley conduirait à 2,0154; et la densité de AzH^3 trouvée par MM. Perman et Davies (en adoptant la moyenne des compressibilités de MM. Leduc et Sacerdote d'une part, Jaquerod et Scheuer de l'autre) donnerait $M = 17,021$ et, par suite, $Az = 13,998$. Le nombre de M. Gray sur AzO donne $M = 30,003$ et celui de MM. Guye et Davila, $M = 30,001$.

La concordance des valeurs ci-dessus peut être regardée comme satisfaisante, sauf pour Az^2O, où le troisième nombre du Tableau est évidemment trop faible, et pour AzH^3, où le premier nombre paraît un peu fort, le second un peu faible. On en déduirait que le poids atomique du chlore

est compris entre 35,454 et 35,478 et celui du soufre entre 32,050 et 32,064, ce qui est bien d'accord avec les résultats des analyses chimiques.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther-oxyde éthylique de l'alcool αα-dichlorisopropylique et sur l'aldéhyde dibromacétique.* Note de M. **P. Freundler**, présentée par M. H. Moissan.

La publication récente d'un travail sur l'aldéhyde dichloracétique et sur l'alcool αα-dichlorisopropylique m'oblige à décrire quelques expériences du même ordre que j'ai effectuées dans le but d'obtenir l'aldéhyde lactique. M. Wohl (¹) manifestant, d'autre part, l'intention de s'occuper de l'aldéhyde dichloracétique, je désirerais me réserver pour quelque temps encore l'étude de l'aldéhyde dibromée, étude qui a été entreprise il y a déjà deux ans (²).

J'ai cherché d'abord à condenser l'aldéhyde dibromacétique avec l'iodure de méthylmagnésium, de façon à obtenir l'*alcool αα-dibromisopropylique*. On isole dans ces conditions un produit liquide, plus dense que l'eau, qui constitue certainement l'alcool cherché; toutefois ce dernier est beaucoup moins stable que l'alcool dichloré de M. Wohl et il se décompose partiellement à la distillation, de sorte que je n'en ai pas poursuivi l'étude.

J'ai étudié, d'autre part, l'*éther-oxyde éthylique de l'alcool αα-dichlorisopropylique* $CH^3.CH(OC^2H^5).Cl^2$, qui se forme comme produit accessoire dans la préparation de l'acétal trichlorobutyrique (³). Cet éther est liquide et bout sans décomposition à 145°-146° sous la pression normale.

J'ai tenté vainement de le transformer en aldéhyde éthyllactique en le chauffant en vase clos, à 180°-200°, avec de l'oxyde de plomb et de l'eau. Dans ces conditions, en effet, on n'obtient que du chlorure d'éthyle (ou de l'alcool) et du propionate de plomb

$$2CH^3.CH(OC^2H^5).CHCl^2 + 2PbO = (CH^3.CH^2.CO^2)^2Pb + PbCl^2 + 2C^2H^5Cl.$$

L'acide propionique prend vraisemblablement naissance par transposition interne de l'oxyde $CH^3.\underset{\diagdown O \diagup}{CH - CHOH}$, préalablement formé. En tous cas le sens de la réaction est en contradiction avec les théories de M. Nef sur la dissociation éthylidénique,

(¹) Wohl, *Berichte der d. chem. Ges.*, t. XL, p. 212.
(²) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 794.
(³) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 682.

et il semble résulter de ce qui précède que l'aldéhyde lactique ne pourra pas être préparée à partir d'un dérivé propylique αα-dichloro-β-hydroxylé.

J'ai entrepris, d'autre part, l'étude de l'aldéhyde dibromacétique dont j'ai amélioré le procédé de préparation ([1]); je me bornerai à signaler l'action de la phénylhydrazine et celle de la semicarbazide qui conduisent aux dérivés correspondants du glyoxal. Je m'occupe actuellement de l'action des alcalis sur cette aldéhyde et j'étudie en même temps la préparation et les propriétés de l'acétal dibromé, à l'aide duquel j'espère effectuer quelques synthèses intéressantes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques réactions de l'amidure de sodium.* Note de MM. **Louis Meunier** et **E. Desparmet**, présentée par M. H. Moissan.

L'emploi de l'amidure de sodium en chimie organique a déjà donné lieu à un assez grand nombre de travaux que nous nous sommes proposé de compléter en étudiant :

1° L'action de l'amidure de sodium sur quelques dérivés polyhalogénés des carbures;

2° L'emploi de l'amidure de sodium comme substitut de l'éthylate pour l'obtention de dérivés sodés;

3° L'action de l'amidure de sodium sur les aldéhydes.

Action de l'amidure de sodium sur les dérivés polyhalogénés des carbures. — *a.* En étudiant l'action du bibromure d'éthylène sur l'amidure de sodium, nous avons constaté que la réaction s'orientait dans un sens inattendu et conduisait à l'obtention d'*acétylène,* conformément à l'équation

$$CH^2Br - CH^2Br + 2AzH^2Na = CH \equiv CH + 2NaBr + 2AzH^3;$$

autrement dit, chaque molécule d'amidure élimine HBr, de la même manière que la potasse alcoolique dans la préparation des carbures acétyléniques.

Pour réaliser cette réaction, il suffit de faire tomber le bibromure d'éthylène sur l'amidure de sodium pulvérisé contenu dans un ballon muni d'un réfrigérant à reflux; à la température du bain-marie, la réaction s'amorce et il se dégage régulièrement un mélange d'ammoniac et d'acétylène faciles à séparer et à caractériser.

b. Si l'on fait réagir le chloroforme sur l'amidure de sodium pulvérisé, la réaction ne s'amorce que difficilement, mais elle devient alors explosive. On peut arriver à l'effectuer normalement en faisant tomber l'amidure en poudre, par petites portions, dans le chloroforme en excès. En chauffant légèrement, il se dégage de l'ammoniaque et il

([1]) Pinner, *Ann. Chem.,* t. CLXXIX, p. 67.

se précipite un mélange de chlorure et de *cyanure de sodium*

$$CHCl^3 + 4AzH^2Na = CAzNa + 3NaCl + 3AzH^3;$$

cette équation peut être décomposée de la manière suivante :

$$AzH^2Na + CHCl^3 + 3AzH^2Na = CAzNa + 3NaCl + 3AzH^3,$$

et, sous cette forme, elle devient identique à celle qui intervient dans la préparation des carbylamines

$$AzH^2R + CHCl^3 + 3KOH = CAzR + 3KCl + 3H^2O.$$

D'ailleurs, si l'on chauffe du chloroforme dilué dans le benzène anhydre avec 1^{mol} d'aniline et 3^{mol} d'amidure, il y a formation de carbylamine, conformément à l'équation

$$C^6H^5 - AzH^2 + CHCl^3 + 3AzH^2Na = 3NaCl + 3AzH^3 + C^6H^5 - AzC.$$

En résumé, dans ces réactions, comme dans celle du bibromure d'éthylène, chaque molécule d'amidure enlève une molécule d'acide bromhydrique, comme le ferait la potasse alcoolique.

Le bromoforme agit comme le chloroforme, sa réaction semble même encore plus violente.

Emploi de l'amidure de sodium comme substitut de l'éthylate pour l'obtention de dérivés sodés. — L'amidure de sodium avait déjà été employé par Alexeieff (¹) et Titherley (²) pour l'obtention des dérivés sodés des amides et par Haller (³) pour l'obtention du dérivé sodé de la méthylcyclohexanone; d'autre part, Claisen et Feyerabend (⁴) avaient montré qu'il pouvait être employé avantageusement comme agent de condensation à la place de l'éthylate. Nous avons employé avec succès ce corps :

1° Pour l'obtention des dérivés sodés des amines primaires et secondaires. C'est ainsi, par exemple, que l'aniline et la diphénylamine en solution éthérée réagissent avec la plus grande facilité sur l'amidure de sodium en se transformant en dérivés sodés.

Nous avons appliqué cette réaction pour préparer dans de très bonnes conditions la diphénylbenzylamine $\left.\begin{matrix} C^6H^5 \\ C^6H^5 \\ C^6H^5 - CH^2 \end{matrix}\right\rangle Az$; il suffit, pour cela, de faire tomber goutte à goutte une molécule de diphénylamine en solution éthérée sur un léger excès d'amidure de sodium recouvert d'une solution éthérée de chlorure de benzyle, il se produit une réaction très intense et il se dégage de l'ammoniaque. Lorsque la réaction est terminée, il se produit une cristallisation abondante de diphénylbenzylamine fusible à 85°-86°, facile à séparer du chlorure de sodium par cristallisation dans l'alcool.

(¹) *Journ. Soc. Phys. Chim. russe,* t. XXXIV, p. 526.
(²) *Proc. chem. Soc.*, t. XVIII, p. 186.
(³) *Comptes rendus,* t. CXL, p. 127.
(⁴) *Berichte,* t. XXXVIII, p. 709.

2° Pour l'obtention des dérivés sodés des diazoamidés; c'est ainsi qu'en faisant réagir l'amidure de sodium sur une solution éthérée de diazoamidobenzène, il se produit un dégagement régulier d'ammoniaque et il se sépare le dérivé sodé de formule

$$C^6H^5 - Az = Az - \underset{\displaystyle Na}{\underset{|}{Az}} - C^6H^5.$$

3° Pour l'obtention des dérivés sodés du malonate d'éthyle. En faisant réagir une molécule d'amidure de sodium sur une molécule de malonate d'éthyle en solution dans le benzène anhydre, la réaction est immédiate, il se forme à froid une gelée transparente, sans dégagement d'ammoniaque. Il y a probablement formation du dérivé d'addition

$$CH^2\begin{cases} C\begin{cases} OC^2H^5 \\ AzH^2 \\ ONa \end{cases} \\ COOC^2H^5 \end{cases}.$$

Si l'on chauffe au bain-marie, il se dégage alors de l'ammoniaque, la masse se fluidifie et il se forme le dérivé sodé soluble dans le benzène

$$CHNa\begin{cases} COOC^2H^5 \\ COOC^2H^5 \end{cases}$$

lequel, chauffé avec une molécule d'iodure d'éthyle, fournit l'éthylmalonate d'éthyle, en même temps qu'il se précipite de l'iodure de sodium.

Les phénomènes de condensation et de formation d'amide observés par Titherley (1) sur certains éthers-sels d'acides monobasiques, semblent très peu actifs dans le cas du malonate d'éthyle et la réaction principale consiste dans la formation du dérivé sodé.

Action de l'amidure de sodium sur l'aldéhyde ordinaire. — Si l'on fait tomber goutte à goutte de l'aldéhyde éthylique anhydre sur de l'amidure de sodium recouvert d'éther anhydre et refroidi par la glace, on constate l'apparition d'un précipité blanc cristallin qui ne s'altère pas si l'on opère dans une atmosphère parfaitement sèche, réalisée, par exemple, au moyen d'un courant d'hydrogène sec. En même temps, il se dégage de l'ammoniaque et il se forme conséquemment de l'aldéhydate d'ammoniaque.

Ce dégagement d'ammoniaque ne peut s'expliquer que d'une seule manière, qui consiste à admettre qu'il y a eu déshydratation de l'aldéhyde et formation du dérivé sodé de l'imine correspondante

$$CH^3 - CHO + 2\,AzH^2Na = CH^3 - CH = AzNa + NaOH + AzH^3.$$

Le dépôt cristallin qui se forme est donc constitué vraisemblablement par un mélange d'aldéhydate et d'imine sodée qu'il n'est guère possible de séparer intégralement.

Cette formation d'imine sodée serait d'ailleurs d'accord avec les travaux de Delépine (2) sur la constitution de l'aldéhydate d'ammoniaque.

---

(1) *Journ. chem. Soc.*, t. LXXXI, p. 1520.

(2) *Bull. Soc. chim.*, t. XIX, p. 15.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition des sucs végétaux extraits des tiges et des feuilles.* Note de M. G. ANDRÉ.

J'ai étudié, dans une Communication précédente (*Comptes rendus*, 1906, t. CXLIII, p. 972), la composition et la concentration des sucs extraits directement des racines de certains végétaux, sous des pressions croissantes. Je donne, dans le Tableau suivant, la suite de cette étude faite sur les feuilles et les tiges de *Topinambour*, de *Phytolacca decandra* et de *Carotte* aux mêmes époques où j'ai prélevé les racines de ces plantes. Je rappelle que les chiffres I, II, III indiquent les pressions de 3^{kg}, $12^{kg},5$, 25^{kg} par centimètre carré de surface auxquelles a été soumise la matière végétale.

				Poids de 10 cm³ de suc.	Dans 100 parties de suc. Extrait obtenu à 110°.	Cendres.	Azote total.	Rapports. $\frac{\text{Azote}}{\text{Extrait}}$.	$\frac{\text{Cendres}}{\text{Extrait}}$.	Eau dans 100 parties de matière fraîche initiale.
				g	g	g	g			
Topinambour.	18 juin 1906.	Tiges.	I	10,1672	5,16	1,40	0,147	0,0284	0,2713	90,26
			II	10,1495	4,71	1,34	0,108	0,0229	0,2845	
			III	10,1460	4,54	1,33	0,095	0,0209	0,2929	
		Feuilles.	I	10,1785	5,63	1,58	0,171	0,0303	0,2806	84,05
			II	10,1497	4,82	1,53	0,124	0,0258	0,3174	
			III	10,1346	4,44	1,49	0,091	0,0205	0,3355	
	17 juill. 1906.	Tiges.	I	10,3007	9,17	1,41	0,096	0,0104	0,1537	79,30
			II	10,2902	9,17	1,47	0,093	0,0101	0,1603	
			III	10,2883	8,40	1,37	0,087	0,0103	0,1630	
		Feuilles.	I	10,1763	6,19	1,78	0,155	0,0250	0,2875	79,58
			II	10,1659	5,63	1,78	0,126	0,0223	0,3161	
			III	10,1609	5,40	1,70	0,118	0,0218	0,3148	
	19 sept. 1906.	Tiges.	I	(suc devenu	23,89	0,49	0,153	0,0064	0,0205	68,23
			II	pâteux	23,41	0,46	0,125	0,0052	0,0196	
			III	après repos)	21,20	»	»	»	»	
		Feuilles.	I	10,3192	8,46	2,00	0,188	0,0222	0,2364	75,83
			II	10,3172	8,16	1,83	0,165	0,0220	0,2242	
			III	10,2855	7,74	1,76	0,146	0,0188	0,2274	
Phytolacca decandra.	22 juin 1906.	Tiges.	I	10,1200	4,73	0,90	0,129	0,0251	0,190	92,90
			II	10,1155	4,56	0,85	0,093	0,0204	0,186	
			III	10,1137	4,20	0,81	0,079	0,0188	0,192	
		Feuilles.	I	9,9068	11,92	1,46	0,524	0,0439	0,122	85,75
			II	10,2449	10,25	1,36	0,459	0,0447	0,132	
			III	10,2300	9,28	1,31	0,433	0,0466	0,141	
	10 sept. 1906.	Tiges.	I	10,2900	7,79	1,12	0,125	0,0160	0,143	75,89
			II	10,2963	7,99	1,15	0,133	0,0166	0,143	
			III	10,2777	8,01	1,17	0,125	0,0156	0,146	
		Feuilles.	I	10,4521	13,16	1,02	0,363	0,0275	0,077	79,36
			II	10,4457	12,80	0,95	0,326	0,0254	0,074	
			III	10,4225	12,17	0,89	0,312	0,0256	0,073	

				Poids de 10 cm³ de suc.	Dans 100 parties de suc. Extrait obtenu à 110°.	Cendres.	Azote total.	Rapports. Azote/Extrait.	Cendres/Extrait.	Eau dans 100 parties de matière fraîche initiale.
Carotte.	6 juill. 1906.	Tiges et feuilles.	I.......	g 10,3054	g 7,29	g 1,88	g 0,083	0,0113	0,2578	84,24
			II......	10,3019	7,44	1,78	0,085	0,0114	0,2392	
			III......	10,2962	7,32	1,84	0,082	0,0111	0,2513	
	3 sept. 1906.	Tiges et feuilles.	I.......	10,4893	10,56	2,88	0,146	0,0138	0,2727	80,97
			II......	10,4826	10,40	2,87	0,129	0,0124	0,2759	
			III......	10,4662	10,09	2,78	0,116	0,0115	0.2755	

Aux mêmes époques, la teneur en eau des *racines*, pour 100 de la matière fraîche, était successivement, pour le Topinambour de 84,87, 76,47, 78,08; pour le *Phytolacca* de 88,02, 86,12; pour la Carotte de 89,67, 85,67.

I. Si l'on compare, ainsi que je l'ai fait dans ma dernière Communication, le rapport des cendres et celui de l'azote à l'extrait, on remarque, avec les réserves que j'ai déjà émises, que la *composition* du suc est à peu près constante, quelle que soit la pression. Dans le cas des racines examinées antérieurement, la *concentration* du suc variait avec la pression et diminuait presque toujours lorsque celle-ci augmentait. Dans le cas des tiges et des feuilles, cette concentration est souvent à peu près invariable, quelle que soit la pression. Si donc on porte en abscisses la quantité d'eau contenue dans chaque échantillon de suc et en ordonnées l'extrait sec correspondant, les points obtenus sont en ligne droite (feuilles de *Topinambour* des 17 juillet et 19 septembre; tiges de *Phytolacca* du 22 juin; tiges et feuilles de cette même plante du 10 septembre; tiges et feuilles de *Carotte* des 6 juillet et 3 septembre). Au contraire, lorsque la concentration du suc varie avec la pression, le tracé de la courbe montre que l'écart entre l'extrait total fourni par l'expérience et l'extrait que l'on devrait obtenir si la concentration des sucs était invariable s'élève, pour les tiges de topinambour, à 6,6, 3,7, 7,4 pour 100 aux trois prises d'échantillons et à 11 pour 100 pour les feuilles du 18 juin.

II. *Composition des sucs aux différentes périodes de la végétation.* — L'examen des chiffres inscrits sur le Tableau précédent et sur le Tableau de ma dernière Note donne lieu, en ce qui concerne le poids de l'extrait sec des divers organes, aux remarques suivantes (en ne tenant compte, dans ce qui va suivre, que des résultats de la première extraction de suc). Si l'on compare entre eux les chiffres que fournit l'extrai tsec des *racines* du Topinambour, on voit que cet extrait représente successivement 8,87 pour 100 du poids du suc, puis 15,53 (apparition des tubercules sur les racines), puis 19,54 (époque de la maturation des tubercules). Entre la première et la troisième

prise d'échantillon, l'augmentation de l'extrait est dans le rapport de 1 à 2,20 : cet extrait s'est accru de 10,67 pour 100. La quantité d'eau contenue dans 100 parties de racines fraîches a varié de 84,87 à 78,08.

L'augmentation de l'extrait sec du suc des *tiges* est beaucoup plus considérable (dans le rapport de 1 à 4,63 de la première à la troisième expérience). La quantité d'extrait s'est accrue de 18,73 pour 100. Mais, pendant le même intervalle, la quantité d'eau contenue dans les tiges passait de 90,26 à 68,32 pour 100 de matière fraîche. L'augmentation de l'extrait sec des *feuilles* est seulement de 2,83 pour 100.

Chez le *Phytolacca*, l'augmentation de l'extrait sec des racines, tiges, feuilles, entre le 22 juin et le 10 septembre, est respectivement égale à 2,99, 3,06, 1,24 pour 100. Chez la Carotte, l'augmentation de l'extrait sec des racines et celui de l'ensemble tiges et feuilles, entre le 6 juillet et le 3 septembre, est respectivement égale à 2,41 et 3,27 pour 100.

Or, comme au fur et à mesure du développement de la plante chacun de ses organes éprouve une déshydratation progressive, il me reste à indiquer comment on peut se rendre compte, au moyen des chiffres précédents, de l'accumulation ou de la disparition des principes solubles dans les divers organes des plantes que j'ai examinées.

HISTOCHIMIE. — *Constitution chimique du bacille de Koch et de sa matière unissante. Ses rapports avec l'acido-résistance.* Note de MM. **Jules Auclair** et **Louis Paris**, présentée par M. Armand Gautier.

Le dégraissage ou extraction des matières grasses et cireuses du bacille de Koch ne peut être obtenu complètement que par l'emploi successif de plusieurs dissolvants spécifiques.

Nous épuisons d'abord les cultures par l'eau distillée (*albumoses* et *albumines*), par l'eau chlorurée sodique (*globulines*) et, après lavage et essorage, nous les introduisons dans un digesteur à basse température (35°). Elles y subissent successivement l'action de l'alcool, de l'éther et du chloroforme. Chaque dissolvant agit en moyenne pendant quatre jours. Aucun de ces liquides, employé isolément, ne se montre capable de dissoudre la totalité des substances adipo-cireuses. L'alcool dissout la matière colorante, une lécithine précipitable par le chlorure de cadmium et l'acétone, des acides gras, des substances alcaloïdiques donnant un sel double avec le chlorure de platine. L'éther dissout des graisses neutres et une substance analogue à la cholestérine; le chloroforme dissout la plus grande partie de cette dernière et des principes cireux mal définis.

Un certain nombre d'auteurs ayant utilisé comme dissolvant des graisses l'éther de pétrole, soit dans un tube de Soxhlet, soit dans un agitateur à billes, nous avons comparé les résultats ainsi obtenus avec ceux fournis par notre technique. Nous avons pu constater que l'éther de pétrole, quelles que soient les conditions physiques de son action, se révèle comme le dissolvant le moins énergique.

Après dessiccation dans le vide sulfurique, 8g,180 de bacilles de Koch humains sont épuisés au digesteur par l'éther de pétrole (point d'ébullition, 78°). Après avoir constaté que ce dissolvant n'entraînait plus rien, nous avons continué l'épuisement successivement par l'éther et le chloroforme. Voici les résultats obtenus :

Poids des bacilles mis en expérience			8g,180
»	de l'extrait par l'éther de pétrole		0,945
»	»	alcoolique	0,467
»	»	éthéré	1,225
»	»	chloroformé	0,130

Nous avons donc recueilli 2g,767 de matières adipo-cireuses totales, soit 33,826 pour 100 de la masse bacillaire.

Ces 33,826 pour 100 se répartissent ainsi :

Extrait	hydrocarburé	11,552	pour 100
»	alcoolique	5,708	»
»	éthéré	14,975	»
»	chloroformé	1,594	»

Dans le dégraissage par la technique que nous employons au laboratoire, les 11,552 pour 100 viennent s'ajouter aux 5,708 pour 100 dissous par l'alcool, ce qui donne pour ce dernier 17,260 pour 100, soit plus de la moitié des substances adipo-cireuses. Par contre, l'éther de pétrole n'en dissout que le tiers environ.

De plus, nous avons constaté que *in vitro* l'éther de pétrole se montre incapable de dissoudre la totalité des extraits alcoolique, éthéré et chloroformique. Il donne d'ailleurs un précipité avec une solution d'extrait chloroformique, par exemple.

Quant au procédé d'agitation mécanique employé par Vallée, il peut favoriser la dissolution par la division des masses bacillaires, mais il ne saurait rendre solubles dans l'éther de pétrole les substances qui ne le sont pas.

Actuellement, l'*acido-résistance*, ou résistance à la décoloration par les

acides et l'alcool absolu du bacille de Koch coloré par la méthode d'Erlich, est attribuée à une réaction spécifique des substances adipo-cireuses; or de nombreuses expériences nous ont démontré que cette opinion, universellement admise, ne repose sur aucun fondement.

En fait, l'acido-résistance du bacille tuberculeux n'est pas fonction des seules matières adipo-cireuses, mais appartient en propre, à des degrés variés, à toutes les parties constitutives du bacille de Koch.

Nous avons pu nous convaincre expérimentalement que des bacilles dégraissés pendant quatre mois par la méthode exposée plus haut ne contenaient plus de substances adipo-cireuses et conservaient encore leurs propriétés acido- et alcoolo-résistantes.

Behring avait déjà indiqué ce fait dans sa Communication au Congrès de la tuberculose en 1905, mais il en avait fourni une interprétation incomplète en l'attribuant à une propriété de la matière protoplasmique. Nous avons pu, en effet, isoler le protoplasme du bacille de Koch sans lui enlever ses propriétés chimiques et nous avons constaté qu'il reste acido-résistant.

Si l'on fait bouillir le résidu bacillaire dans un grand excès de potasse caustique à à 2 et même 10 pour 100 pour assurer la dissolution complète des dernières traces d'albuminoïdes ou de graisses, on constate que le squelette cellulosique du bacille, qui seul est inattaqué, se montre extrêmement acido-résistant, même après action prolongée de l'acide azotique au tiers et de l'alcool absolu. Beaucoup de bacilles, séparés de leur substance unissante, passent à travers les filtres. Recueillis par centrifugation, ils se montrent acido-résistants, même après un séjour de 24 heures dans la potasse. La réaction colorante du bacille de Koch est également positive après action de l'éther de pétrole, soit dans un digesteur, soit dans un agitateur à billes.

En résumé, matières adipo-cireuses, protoplasme et cellulose prennent individuellement la réaction d'Erlich; il nous apparaît donc que l'acido-résistance du bacille de Koch est une propriété commune à chacun de ses principes constituants.

Au cours de ces recherches nous avons constaté la faible acido-résistance (coloration rose) de la matière unissante de la zooglée du bacille, fait déjà montré par Straus. De plus, nous avons vu que cette matière n'était soluble ni dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, ni dans les solvants de la matière protoplasmique, ni même dans la potasse caustique à l'ébullition qui lui fait subir une augmentation de volume considérable.

Cette résistance à l'action des alcalis caustiques et ce gonflement nous ont conduits à penser qu'il s'agissait peut-être là d'une hydrocellulose. Cette hypothèse a été confirmée par l'expérience : traitée par l'acide sul-

furique et l'eau iodée, la matière unissante se colore en bleu, réaction caractéristique des celluloses. Il est vraisemblable que cette substance prend naissance dans les cultures, sinon aux dépens du glucose, du moins par condensation des hydrates de carbone à poids moléculaire peu élevé contenus dans le bouillon.

ZOOLOGIE. — *Autopsie de l'éléphant d'Afrique Sahib, mort au Muséum le 29 janvier* 1907. Note de Mme **Marie Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le plus gros des éléphants de la Ménagerie du Muséum vient de mourir d'une affection aiguë qui l'a emporté en 6 jours. Les premiers symptômes ont coïncidé avec l'abaissement brusque de température, survenu dans la nuit du 23 janvier. Dans l'après-midi de ce jour, le thermomètre marquait — 8° quand l'animal est sorti de sa case pour faire sa promenade ordinaire dans son parc. Presque aussitôt il a manifesté du malaise et a éprouvé des frissons; il passait souvent la trompe sur ses épaules et sur son dos, comme pour se frictionner ou pour calmer son mal. Le lendemain il était triste, abattu, sans appétit. Il avait probablement de la fièvre. Vers les derniers jours, la lassitude et la dépression se sont accentuées; il avait de la dyspnée, des vertiges fréquents qui l'obligeaient à s'appuyer contre le mur pour maintenir son équilibre. Enfin, dans la soirée du 29 janvier, il s'est affaissé doucement sur son train de derrière, puis peu à peu est tombé sur le flanc gauche et a expiré.

L'autopsie, commencée dès le lendemain matin, a duré 2 jours.

Après découpage et enlèvement du cuir, 6 côtes ont été enlevées pour découvrir le poumon droit.

Pendant cette opération, on constate que la plèvre pariétale est épaissie. La cavité pleurale contient un abondant épanchement séro-fibrineux de pleurésie aiguë. La plèvre gauche présente les mêmes lésions; elle renferme aussi un liquide qui a les mêmes caractères que celui de la cavité pleurale droite.

Ainsi, il existe une pleurésie double, à la fois thoracique et diaphragmatique.

Les *poumons* sont très fortement congestionnés; leur tissu, d'un rouge sombre, crépite sous la pression des doigts et laisse dégager à la coupe une spume abondante; ils ne sont cependant pas hépatisés.

En aucun point ils ne présentent de lésions tuberculeuses; les *ganglions bronchiques* n'en montrent pas non plus; ils n'ont qu'une anthracose légère et très légitime pour un captif de 24 ans.

Le péricarde pariétal est épaissi; il contient un épanchement abondant et clair et n'adhère en aucun point au feuillet viscéral.

Le myocarde est sain.

Cavité abdominale. — Le *foie* et la *rate* sont normaux; les frottis de ces deux organes ainsi que ceux du *sang* ne contiennent pas de microbes; les ensemencements sur milieux appropriés demeurent stériles.

Le *tube digestif* est intact et facilement observable en raison de son insufflation naturelle par les gaz qu'il renferme. La muqueuse, examinée après section, est également saine sur toute sa longueur.

Les *reins* n'ont pas de lésions macroscopiques; mais la *vessie* est distendue par quelques litres d'une urine trouble, à odeur ammoniacale, qui renferme des grumeaux mous de phosphate de chaux; on n'y trouve ni pus ni microbes.

La muqueuse vésicale est épaissie, œdémaciée, ce qui laisse difficilement voir les orifices des uretères. Elle présente un abondant piqueté hémorragique. Il y a donc de la cystite aiguë qui avait provoqué du reste, du vivant de l'animal, de l'incontinence d'urine.

Ainsi l'autopsie n'a révélé aucune suppuration, aucun indice de tuberculose ni de charbon. Il n'y avait pas de maladie chronique et encore moins de consomption : la vigueur et le bon état du système musculaire font le plus grand honneur aux soins que l'éléphant a reçus à la Ménagerie.

Il a succombé accidentellement à un coup de froid qui a provoqué chez lui une congestion pulmonaire intense généralisée à toute la masse des deux poumons, et accompagnée d'une pleurésie aiguë double avec épanchement : c'est l'affection qu'on appelle communément *fluxion de poitrine*.

La cystite aiguë est par elle-même une affection plus gênante que dangereuse, et, bien qu'elle ait apporté sa contribution toxique propre, ce n'est pas elle qui a aggravé sensiblement la maladie; les lésions du système pulmonaire, qui a été frappé en bloc, étaient suffisantes pour justifier la mort.

ZOOLOGIE. — *Nouvel aperçu sur les Blastodinides* (Apodinium mycetoides *n. g., n. sp.*). Note de M. **Edouard Chatton**, présentée par M. Yves Delage.

La première Note où j'ai fait connaître ces Péridiniens parasites a été consacrée à l'étude de *Blastodinium Pruvoti* Chatton, parasite interne des Calanides [1], C'est en effet la forme qui présente le plus nettement

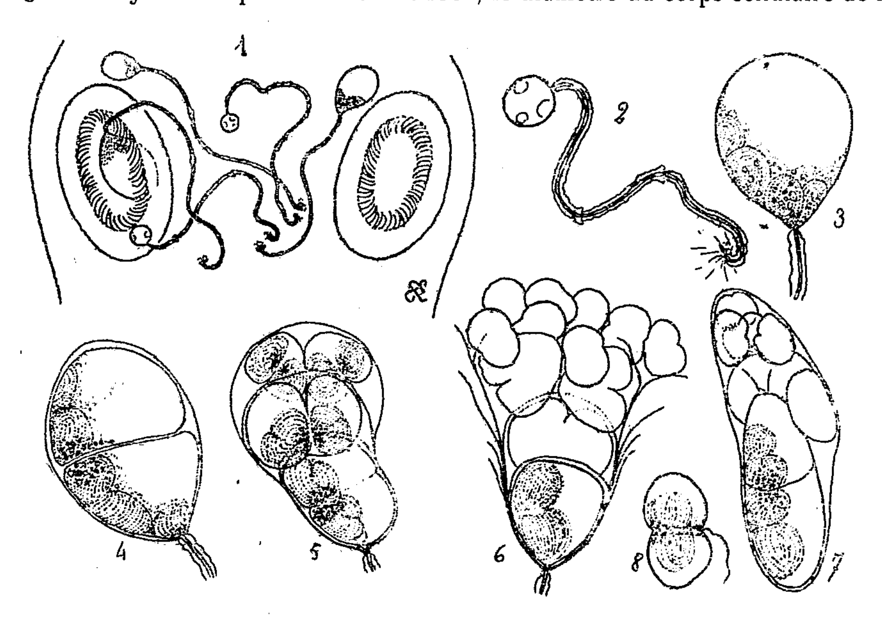
---

(1) E. Chatton, *Les Blastodinides, ordre nouveau de Dinoflagellés parasites* (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 10 déc. 1906, p. 981-983).

exprimés les caractères très spéciaux de ces Protistes. Je voudrais montrer ici qu'ils ne sont cependant pas sans relations avec les Péridiniens libres.

J'étudierai pour cela *Apodinium mycetoides* n. g., n. sp., observé à Banyuls-sur-Mer, attaché au tégument de *Fritillaria pellucida* (Busch) (*Fritillaria furcata* Vogt).

Le parasite est localisé sur la région ventrale de l'Appendiculaire comprise entre les deux tubes expirateurs. Les individus jeunes, qui rappellent à première vue des spores de champignon en germination (*fig.* 1 et 2), présentent un corps cellulaire sphérique et réfringent porté à l'extrémité d'un long pédoncule fixé sur l'ectoderme de l'hôte. Ce pédoncule est formé d'un axe protoplasmique entouré d'une gaine mucilagineuse ornée de deux ou trois ressauts annulaires qui marquent les étapes de son accroissement. La longueur moyenne du pédoncule est de 150$^{\mu}$, le diamètre du corps cellulaire de 10$^{\mu}$.



Ce dernier, en se développant, devient piriforme (*fig.* 3). L'augmentation de son volume est due surtout à la formation d'un produit liquide qui occupe toute la partie distale du corps. C'est là l'équivalent de la « lacune aqueuse » des Péridiniens et des Noctiluques. Dans le cytoplasme peu abondant on voit une masse nucléaire appliquée contre la membrane cellulaire et irrégulièrement lobée à sa surface libre. Elle a cet aspect strié caractéristique du noyau des Péridiniens, dû à l'alignement des chromosomes en files parallèles. Il n'y a aucune trace de pigment. A ce stade, le diamètre du corps atteint 40$^{\mu}$.

La reproduction s'effectue par sporulation. La division nucléaire, simple scission de la masse chromatique, précède la division protoplasmique, et il en résulte un état

binucléé qui se perpétue jusqu'à la formation des spores. La première segmentation donne naissance à un blastocyte proximal et un blastocyte distal qui évoluent différemment (*fig.* 4). Le blastocyte distal est la cellule mère d'une première génération de spores. Le blastocyte proximal, après un court repos, subit une bipartition qui isole un nouveau blastocyte distal, cellule mère d'une deuxième génération de spores (*fig.* 5). Le blastocyte proximal subit ainsi une série de segmentations périodiques d'où procèdent des générations successives de spores. Ces générations sont souvent séparées par de fines membranes qui sont les cuticules sécrétées par le blastocyte proximal durant chaque période de repos. Les spores sont mises en liberté par la rupture de ces membranes, qui restent adhérentes les unes aux autres au voisinage du pédoncule (*fig.* 6). Les spores se divisent encore à l'état libre et, finalement, acquièrent la forme gymnodinienne représentée dans la figure 8. Je n'y ai pas vu de flagelle transversal et je n'ai pu suivre leur sort. Peut-être se fixent-elles à nouveau sur les appendiculaires et y forment-elles leur pédoncule.

On saisit déjà les homologies qui existent entre *Apodinium mycetoides* et *Blastodinium Pruvoti*. Elles s'accentuent encore dans certaines conditions. *Apodinium mycetoides*, parasite externe, évolue fréquemment dans le pharynx de l'Appendiculaire. Il y est entraîné à travers le tube expirateur lors de l'inversion, bien connue chez les Appendiculaires, du sens du courant respiratoire (*fig.* 1). Il s'y développe en une forme qui rappelle de très près celle du *Blastodinium Pruvoti* (*fig.* 7). Entre les deux genres, les affinités sont donc très étroites, mais *Apodinium* apparaît comme une forme moins différenciée que *Blastodinium*, moins régularisée dans son évolution et moins spécialisée dans ses rapports avec l'hôte.

Par cela même il se rapproche des Péridiniens libres. Chez un grand nombre de ceux-ci on connaît une lacune aqueuse, et la présence d'une forme pédonculée dans le cycle évolutif a été signalée par Pouchet [1] chez *Diplopsalis lenticula* Bergh et *Peridinium divergens* Ehrbrg. Par la périodicité très courte de ses segmentations, *Apodinium mycetoides* se rapproche des formes à sporulation totale et simultanée, telles que *Gymnodinium pulvisculus* Pouchet, *G. parasiticum* Dogiel, *G. affine* Dogiel, *G. roseum* Dogiel, *G. lunula* Schütt. Les quatre dernières, tout récemment étudiées par V. Dogiel [2], sont peut-être sur la série évolutive qui conduit aux Blastodinides. Dans une Note préliminaire, également toute récente, le

(1) G. Pouchet, *Nouvelle contribution à l'histoire des Péridiniens marins* (*Journ. Anat. Physiol.*, t. XXI, 1885, p. 28-88, Pl. II-IV).

(2) V. Dogiel, *Beiträge zur Kenntniss der Peridineen* (*Mitth. Zool. St. Neapel.*, t. XVIII, 26 déc. 1906, p. 1-45, Pl. I-II).

même auteur (¹) a décrit, sous le nom d'*Haplozoon armatum*, un organisme parasite du tube digestif d'un Ophélien, *Travisia Forbesi* Johnst, et dont il fait le type d'un nouveau groupe de Mésozoaires. Par sa forme et son mode de reproduction, cet être rappelle de très près les Blastodinides. L'étude ultérieure montrera peut-être qu'il doit leur être rattaché.

GÉOLOGIE. — *La chaîne des Puys et la petite chaîne des Puys*. Note de M. PH. GLANGEAUD, présentée par M. Michel Lévy.

Géographie physique. — La *chaîne des Puys* ou Monts-Dômes constitue un des groupes volcaniques les plus remarquables, les plus curieux et les mieux conservés de l'Europe. Elle comprend un ensemble de 80 collines volcaniques et de plus de 100 bouches éruptives qui dominent les deux anciens bassins tertiaires de la Limagne et de la Sioule.

Elle est, en outre, encadrée de plusieurs chaînes volcaniques plus anciennes (miocènes et pliocènes), situées en contrebas et dont le démantèlement contraste avec l'état de fraîcheur de celle-ci. Son étude a attiré l'attention des géologues du monde entier et particulièrement de M. Michel Lévy, qui lui a consacré de beaux travaux.

Je donne le nom de *petite chaîne des Puys* aux volcans du même âge (volcans de Banson, Neuffonds, de la Vialle et du Chalusset) qui forment une petite chaîne symétrique de la chaîne des Puys par rapport à la vallée de la Sioule. Les coulées de lave des volcans des deux chaînes ont convergé dans cette vallée.

L'ensemble des Monts-Dômes, de direction remarquablement Nord-Sud, s'étend sur 30^{km} de long et 3^{km} à 5^{km} de large, et les laves qui en sont issues descendent, à l'Est et à l'Ouest, sur une longueur totale de 18^{km} à 20^{km} et à des niveaux minima de 350^{m} à 650^{m}, dans les deux dépressions de la Limagne et de la Sioule.

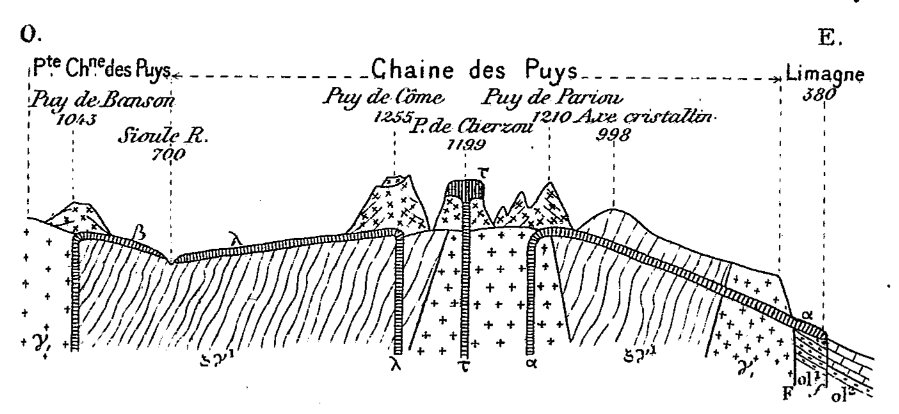
Un premier fait frappe l'observateur : c'est la *dissymétrie des deux versants* de la chaîne. Le versant Ouest offre une pente assez douce. A l'Est, les pentes sont d'abord faibles également, puis les terrains cristallins se terminent brusquement par une faille, le long de laquelle se sont effondrés les terrains tertiaires de la Limagne, faille ayant amené la formation d'un

(¹) V. DOGIEL, *Haplozoon armatum, n. gen., n. sp., der Vertreter einer neuen Mesozoa-gruppe* (*Zool. Anz.*, t. XXX, n° 26, 27 nov. 1906, p. 895-899).

escarpement de 100^m à 200^m de haut, surplombant toute la région. C'est sur cette faille de 60^{km} de long qu'est situé le volcan de Gravenoire et c'est sur des failles parallèles que se trouvent les sources minérales de la Limagne (Royat, Clermont, Châtel-Guyon, etc.).

A cette première cause de dissymétrie des versants vient s'en ajouter une autre non moins importante. Elle est due à un bourrelet du terrain cristallin courant, à l'Est, le long de la chaîne et élevé d'environ 100^m au-dessus de la base des volcans (¹).

Coupe générale Est-Ouest à travers la chaîne des Puys et la petite chaîne des Puys.



γ_1 granite; $\zeta\gamma_1$ gneiss à cordiérite; ol_1 ol_2 oligocène; τ_1 domite; α andésite; λ labradorite; β basalte; F, *f* failles. On a figuré à l'Est, sur le plan de la coupe, la partie supérieure du thalweg des villes dans lesquelles ont coulé les laves.

La chaîne des Puys n'est donc pas installée sur la partie la plus élevée (1030^m) de la région cristalline, mais à l'Ouest et un peu au-dessous de ce faîte (900^m).

Aucune coulée ne serait descendue vers la Limagne, si ce rideau cristallin Nord-Sud n'avait été échancré fortement par des entailles Est-Ouest qui se prolongent, par des vallons profonds, jusque dans le bassin tertiaire.

Ces considérations permettent donc de comprendre : 1° pourquoi les coulées de lave descendent plus bas à l'Est (350^m) qu'à l'Ouest (650^m); 2° pourquoi les matières fondues se sont étalées largement à l'Ouest où rien ne venait arrêter leur cours et où elles forment une vaste nappe, de 20^{km} de long, de coulées coalescentes ayant une pente de 3 pour 100, tandis que

(¹) Ce bourrelet, souvent recouvert par le basalte pliocène, a été signalé par M. Michel Lévy (*Bull. Soc. Géol.*, 3e série, t. XVIII, p. 712 et coupe n° 5, Pl. XIII).

vers l'Est elles constituent des boyaux de lave étranglés qui ont coulé sous une pente dépassant 9 pour 100; 3° elle explique aussi pourquoi, de la Limagne, on n'aperçoit pas la base de la chaîne, tandis qu'elle apparaît complètement vers l'Ouest, d'où on la voit dérouler son profil harmonieux en feston de dentelle.

Tectonique. Alignements volcaniques. — Le socle cristallin supportant les Puys peut être envisagé comme un pli anticlinal Nord-Sud, morcelé en gradins, se continuant, à l'Est et à l'Ouest, par les synclinaux de la Limagne et de la Sioule, comblés jadis par des sédiments oligocènes, découpés eux-mêmes en voussoirs recouverts partiellement par des restes de coulées de volcans miocènes.

La série volcanique des Puys est assise snr l'avant-dernier gradin, au-dessous de la clef de voûte. Il faut signaler d'ailleurs plusieurs bouches éruptives symétriques de la chaîne des Puys, de l'autre côté de cette clef de voûte (volcans de Chanat). Les autres gradins sont très émoussés par l'érosion.

L'alignement Nord-Sud de la chaîne a été imposé par la direction du pli anticlinal qui est parallèle à toutes les dislocations du Tertiaire de cette région.

Si l'on examine les volcans dans leur ensemble, même sur une simple carte géographique, ont les voit alignés par groupes (chaînons) de 3 à 10, suivant des directions Nord-Nord-Est et Nord-Nord-Ouest qui sont les directions des dislocations hercyniennes et des nombreux filons de roches éruptives de toute la région environnante. Il est donc vraisemblable de penser qu'ils sont installés sur des diaclases anciennes qui ont dû rejouer à l'époque tertiaire et quaternaire. Comme ces cassures constituaient des plans de moindre résistance, elles devaient naturellement servir de cheminée d'ascension aux matières fondues.

GÉOLOGIE. — *Note sur les terrains paléozoïques de la bordure orientale du Plateau central.* Note de M. **Albert Michel-Lévy**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans une Note précédente, nous avons signalé l'existence d'un gisement fossilifère famennien aux environs de Bourbon-Lancy, avec *Clyménies, Trilobites* (*Dechenella*), *Ostracodes* (*Entomis*), etc. Depuis lors, nous avons trouvé de nouvelles localités fossilifères avec *Dechenella* et *Entomis serrato-*

striata (Sandb.), qui donnent aux schistes famenniens une notable extension dans le sud-ouest du Morvan :

1° En bas de Charmes (chemin de Saint-Aubin à Maringé);
2° Montée avant Surjeu (route de Bourbon à Perrigny);
3° Première montée sur la vieille route de Bourbon à Chalmoux;
4° Bifurcation des routes de Bourbon à Mont et de Bourbon à Chalmoux (lieu dit *Les Chalmins*);
5° Première montée après Mont, sur la route de Mont à Chalmoux;
6° Au sud-est de la ferme du Sarroux, sur la route de Mont à Grury.

Les schistes famenniens, délimités par ces gisements, s'étendent sur un carré d'environ 10^{km} de côté; ils sont recouverts par une formation de tufs porphyritiques calcarifères, contenant des tiges d'encrines, et qui semblent se rattacher aux éruptions de porphyrites dont les coulées vacuolaires sont interstratifiées au milieu des schistes à Clyménies.

Ces tufs précèdent immédiatement la formation de poudingues et de grès par lesquels débute le Dinantien inférieur.

La succession stratigraphique étant ainsi établie avec précision, nous sommes amenés à conclure que la mise en place des granites, séparatifs des trois faisceaux synclinaux Morvan, Blanzy-Bert, Beaujolais-Lyonnais-Loire-Allier, s'est effectuée au cours du Dinantien inférieur.

L'action métamorphisante de ces granites s'est exercée, en effet, non seulement sur les calcaires frasniens (en les transformant en cornes vertes, en diorites, et même en porphyrites amphiboliques) et sur les schistes et tufs famenniens, mais encore sur les premiers poudingues et schistes carbonifères. C'est ainsi qu'ont pris naissance de curieux poudingues métamorphiques, contenant de l'amphibole formée dans la pâte et dans les galets au détriment d'anciens galets calcaires; nous signalerons, notamment, les poudingues du Beuvray, dans le Morvan, et ceux de la carrière de Valsonne près de Tarare, dans le Rhône. Les schistes dinantiens fossilifères de la tranchée de Recoulon, à l'ouest de Luzy, sont nettement transformés en schistes micacés.

A Saint-Léon, des schistes micacés, que nous attribuons à la base du Carbonifère ou peut-être au Famennien supérieur, se montrent chargés par endroit de chloritoïde en cristaux d'assez grande taille et à propriétés optiques caractéristiques.

Les lambeaux calcaires du Viséen, immédiatement supérieurs à ces formations métamorphisées et accompagnés de poudingues supérieurs contenant quelques galets de granite (col de Polossy et montée de Tarare à Joux),

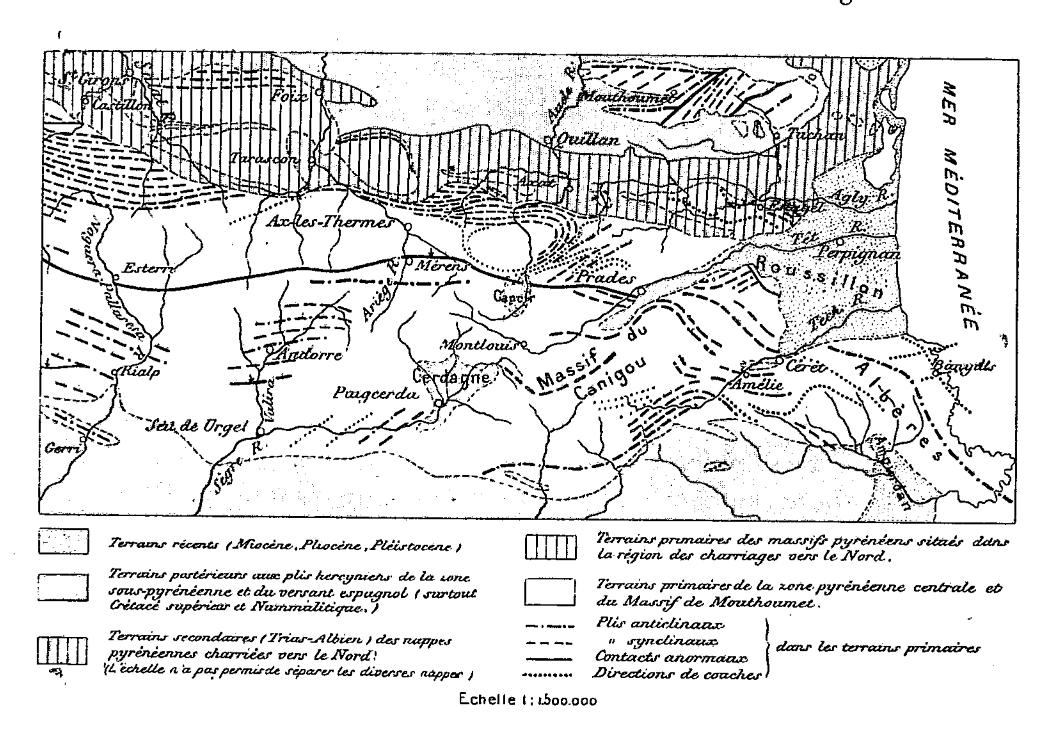
nous ont fourni dans le Lyonnais, la Loire et l'Allier, une faunule de Foraminifères, visible seulement en plaques minces et intéressante par sa grande extension; nous en avons trouvé au col de Polossy, au-dessus de Saint-Nizier sur Azergue, à Azolette, à Propière, à Sainte-Colombe, à Néronde, à l'Ardoisière près de Cusset. Ces Foraminifères appartiennent principalement au genre *Endothyra*, *Nodosinella*, *Tetrataxis*. Ils ne semblent pas identiques à ceux que M. St. Meunier a signalés, en 1885, dans le calcaire de Cussy-en-Morvan.

GÉOLOGIE. — *Sur l'allure des plis anciens dans les Pyrénées centrales et orientales.* Note de M. **Léon Bertrand**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans une Note récente (séance du 31 décembre 1906) j'ai émis l'hypothèse que les phénomènes tangentiels qui ont donné naissance aux nappes charriées situées au nord de la zone primaire centrale des Pyrénées, tout en ayant eu leur point de départ dans celle-ci, ne l'ont guère affectée profondément. Il me semble, par suite, que les plis qui intéressent les terrains primaires du bord septentrional de cette zone centrale sont principalement le résultat des mouvements antépermiens et que le tracé des plis hercyniens n'a pas été sensiblement modifié lorsque se sont produits ces charriages tertiaires vers le nord. J'ai déjà insisté sur la structure en éventail de cette zone centrale; mais il me faut, de plus, remarquer que les plis en question de son bord nord ne montrent qu'un déversement vers le nord relativement faible et souvent même une simple dissymétrie, avec pendages encore inverses pour les deux flancs d'un même pli.

Au contraire, les plis situés au sud de la région axiale sont fortement poussés au sud et conduisent à une structure isoclinale, avec plongement constant des couches vers le nord; les courses que j'ai faites dans les hautes vallées espagnoles m'ont permis de constater que ces plis passent souvent à des plis-failles, suivant le type de la structure imbriquée classique. La *bande primaire étirée de Mérens*, que j'avais considérée comme pouvant être la racine des charriages du versant nord, appartient déjà à ce régime. C'est un synclinal hercynien écrasé, à flanc nord poussé vers le sud et entièrement étiré (à moins de considérer cet accident comme la base d'une nappe inférieure venue du sud, ce qui amènerait à la conception, pour moi inadmissible, que tout ce qui est au nord de cet accident serait charrié); à l'est de la Têt, il s'étale en un large faisceau de plis anticli-

naux et synclinaux, où M. Mengel a trouvé une structure en éventail. Il m'est actuellement impossible de dire quelle part les mouvements tertiaires ont eue dans la production de ce chevauchement; mais sa prolongation vers l'ouest nous amène à la région de Gavarnie, où les poussées tertiaires vers le sud sont évidentes. Les accidents de cette région méridio-



nale, à l'opposé des nappes du versant nord, sont des chevauchements imbriqués et nettement enracinés dans la zone primaire, et, d'autre part, le bord de celle-ci a chevauché sur sa bordure secondaire et tertiaire, elle-même affectée de plis déversés au sud dans les sierras voisines; les poussées tertiaires s'y sont donc traduites par ce « régime espagnol » de chevauchements vers le sud qui paraissent avoir, le plus souvent, épousé le tracé des anciens plis.

La partie méridionale des Pyrénées-Orientales montre des complications très grandes, et M. Mengel y a déjà signalé l'absence de concordance des plis tertiaires, dirigés O.-E., et des plis anciens; il a indiqué aussi que des accidents poussés au nord reparaissent dans la bordure de Crétacé et de Nummulitique. Sans insister davantage sur ces faits, il me semble qu'on peut admettre que les accidents tertiaires n'ont pas rendu méconnaissable

l'allure des plis anciens et que *le tracé en plan des plis actuellement observables dans la zone primaire centrale nous donne une image assez approchée du tracé primitif des plis hercyniens.*

La direction de ces plis dans les Pyrénées Centrales est nettement *armoricaine* et oscille peu autour de l'O.-N.-O., E.-S.-E.; c'est celle que nous trouvons encore sur le bord ouest de la petite carte ci-jointe. Dans les Pyrénées Ariégeoises et en Andorre, ces plis s'infléchissent vers la direction O.-E., qu'ils dépassent même légèrement. Après la traversée de l'Aude, on assiste, pour ceux du bord septentrional, à de grandes perturbations dans la régularité qui existait jusque-là. L'extrémité orientale du massif granitique de Quérigut est contournée, au sud d'Axat, par plusieurs plis, que l'on peut suivre en plein granite par la continuité de lambeaux de calcaires, pour la plupart dévoniens, encore reconnaissables, quoique remplis de minéraux de métamorphisme, et séparés par d'étroites bandes primitivement schisteuses, bien plus métamorphisées ou même entièrement digérées; ces bandes alternantes montrent que la direction des plis tourne vers le S.-E., puis le S. et même le S.-O. On trouve, d'ailleurs, cette même direction S.-O., N.-E. dans l'éperon silurien et gneissique qui sépare presque entièrement ce massif granitique de celui de Sournia; dans celui-ci encore, à l'ouest de Mosset, plusieurs inflexions des bandes calcaires et schisteuses ayant échappé à la digestion granitique indiquent que les plis hercyniens, antérieurs à celle-ci, avaient là cette même direction *varisque*. Le schéma ci-joint montre que cette direction se retrouve aussi dans la zone méridionale; je l'y ai observée sur la Sègre, entre la Seu de Urgel et Puigcerda, et, d'après des travaux encore inédits de M. Mengel, elle existe dans toute la partie occidentale du massif du Canigou. Elle reparaît jusque sur le bord de la plaine du Roussillon, près de Corbère, et, vers le sud, les schistes des Albères, quoique reprenant une direction générale vers le S.-E., montrent des affleurements orientés vers l'E. ou l'E.-N.-E., dans la région de Port-Vendres et de Banyuls.

En résumé, la direction normale armoricaine des plis hercyniens dans les Pyrénées est profondément troublée, dans la partie orientale de la chaîne, par des plis à direction varisque. Il est à noter qu'au sud on retrouve la même disposition dans la chaîne côtière de Catalogne; de même, au nord (en nous en tenant naturellement aux massifs primaires nettement en place), le massif de Mouthoumet, étudié par M. Bresson, montre des faits correspondants. Dans sa partie occidentale, la direction générale des plis est O.-E.; mais la Carte géologique au millionième indique des digitations du Dévonien et du Carbonifère qui décèlent l'influence de la direction varisque, et, en tous cas, celle-ci est la direction normale des accidents de la partie orientale du massif. Il est, en outre, intéressant de constater que ces perturbations se rencontrent suivant une zone à peu près méridienne, qui correspond nettement à celle qui existe

dans le Massif central, au droit du passage de la direction armoricaine à la direction varisque. D'autre part, tandis que les plis hercyniens pyrénéens semblent reprendre la direction S.-E. après cette zone de perturbations, les accidents tertiaires du versant nord ont, au contraire, adopté immédiatement la direction varisque, en contournant l'extrémité orientale du massif de Mouthoumet, pour aller rejoindre ceux de la région provençale.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des dépôts éocènes du massif armoricain et de la zone de Roncà.* Note (¹) de M. **Jean Boussac**, présentée par M. A. de Lapparent.

Les dépôts éocènes du massif armoricain ont un intérêt tout particulier, car ils sont intermédiaires, par la nature de leurs fossiles comme par leur situation géographique, entre les formations du bassin de Paris et les dépôts nummulitiques du Sud-Ouest. A cause de leur facies tout littoral et de leur faune de Mollusques très abondante, il sera facile de les comparer au Lutétien et au Bartonien du bassin de Paris; d'autre part, comme leur position géographique rendait faciles les communications avec le Sud-Ouest, on y trouve (Bois-Gouët) d'abondantes *Nummulites Brongniarti*, de grandes alvéolines, *Orbitolites complanatus;* dans le Cotentin, déjà plus septentrional, les grandes Nummulites ont disparu; mais c'est toujours le même niveau, c'est-à-dire la zone de Roncà; et ainsi les dépôts éocènes armoricains vont nous servir de trait d'union entre le bassin de Paris et les régions nummulitiques, et, si nous arrivons à les dater avec précision, nous déterminerons du même coup l'âge si discuté de la zone de Roncà.

M. Vasseur, dans sa magistrale étude des dépôts tertiaires de la France occidentale, avait admis, en faisant le pourcentage des espèces, l'âge lutétien supérieur des couches à Cérithes du Bois-Gouët et de Fresville; ces résultats ont été généralement adoptés; cependant M. Dollfus émettait incidemment, en 1898, l'idée que ces dépôts appartenaient au Bartonien inférieur; il attachait une importance capitale aux quelques espèces caractéristiques des Sables Moyens, et considérait que les espèces lutétiennes étaient des formes qui avaient persisté pendant le Bartonien inferieur. L'étude attentive des Cérithes va nous conduire exactement au même résultat.

(¹) Présentée dans la séance du 28 janvier 1907.

Pour ce qui est des *Campanile*, on trouve dans le Cotentin et au Bois-Gouët *C. cornucopiæ* des Sables Moyens; on ne trouve aucune des formes du Lutétien.

Un grand nombre des Cérithes du Cotentin et du Bois-Gouët appartiennent à des séries qui existent dans le bassin de Paris, et représentent précisément les mutations caractéristiques des Sables Moyens : C. mutabile à Fresville (d'après M. Cossmann) et sa race *Renati* au Bois-Gouët; une race aussi de *C. submarginatum* à Fresville; *C. Cordieri* au Bois-Gouët; *C. crassituberosum* du Cotentin se trouve dans les Sables Moyens; *C. Hericarti* dans le Cotentin; *C. crenatulatum, C. globulosum* au Bois-Gouët et dans le Cotentin; *C. perditum* au Bois-Gouët et à Campbon; *C. scalaroides* au Bois-Gouët et dans le Cotentin; *C. pleurotomoides* dans le Cotentin; *C. tricarinatum* mut. *crispiacense* au Bois-Gouët; *C. mixtum* à Fresville; *C. lamellosum* est représenté au Bois-Gouët et dans le Cotentin par une mutation *Morgani* qui se retrouve identique dans les sables de Cresne; de même *C. imperfectum* est représenté dans le Cotentin par une mutation qui semble différer bien peu des formes adultes de *C. Gardneri* des sables de Cresne.

Un certain nombre des Cérithes du Cotentin et du Bois-Gouët appartiennent à des séries qui sont représentées dans le Calcaire Grossier et non dans les Sables Moyens, et sont différents des formes du Calcaire Grossier, dont nous les considérerons comme des *mutations*. C'est ainsi que *C. emarginatum* du Bois-Gouët et surtout celui du Cotentin sont différents de la forme du Lutétien du bassin de Paris; *C. gouetense*, très voisin du *valdancurtense*, en est certainement une mutation; *C. pentagonatum* du Bois-Gouët et *C. fresvillense* du Cotentin sont différents du *C. hexagonum* Lk. du bassin de Paris; *C. millegranum* du Cotentin et du Bois-Gouët est une mutation de *C. muricoides*.

A côté de cela, quelques formes du Lutétien ont persisté, comme *C. semicoronatum* et *C. labiatum* du Cotentin; et il n'est pas plus étonnant de voir persister en Armorique des formes du Lutétien qu'on ne retrouve pas dans les Sables Moyens, que de voir persister dans les Sables Moyens des formes du Lutétien (*C. angulosum, C. echinoides, C. Bouei*) qu'on ne retrouve pas en Armorique.

Il semble nécessaire de conclure en faveur de l'âge bartonien inferieur des couches de Fresville et du Bois-Gouët. Cependant on pourrait objecter que les formes que nous avons considérées comme des mutations pourraient n'être en réalité que des *races* des formes lutétiennes, qui auraient envahi le bassin de Paris avec la mer des Sables Moyens. Mais il se trouve que *la faune de Cérithes des Sables Moyens paraît être le résultat de l'évolution sur place de la faune lutétienne;* on n'y trouve pour ainsi dire pas d'éléments cryptogènes; au contraire, dans les couches du Cotentin et du Bois-Gouët on trouve un grand nombre de formes, comme *C. Carezi, Ripaudi, Athenasi, Baylei, britannum, Lacazei, Philippi, piriforme, Lucii, Falloti,* qui appartiennent à des séries qui ne sont pas représentées dans le bassin de Paris; il faudrait alors supposer, et ce serait incompréhensible, que *seules* les races des espèces du Calcaire Grossier auraient envahi le bassin de Paris.

Nous sommes donc amenés à mettre le Bois-Gouët, et par là même la zone de Roncà, dans le Bartonien inférieur. M. H. Douvillé a fait remarquer que la faune de Nummulites de la zone de Roncà était encore en grande partie une faune lutétienne; cela est parfaitement vrai, et cela prouve simplement qu'il est un peu artificiel, au point de vue paléontologique, de tracer une limite d'étage, dans les régions méditerranéennes, entre le Lutétien et le Bartonien inférieur.

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

L'Académie décide d'accorder son patronage à la nouvelle expédition antarctique projetée par M. *Jean Charcot* et nomme une Commission chargée de rédiger les instructions nécessaires aux explorateurs.

Cette Commission se composera de MM. **Gaudry, Bouquet de la Grye, Mascart, Bornet, Perrier, Guyou, Müntz, de Lapparent, Roux, Giard, Bouvier, Lacroix.**

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 janvier 1907.

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. *Décades zoologiques. Mammifères;* n° 1. Hanoï, 1906; 1 fasc. in-4°. Exemplaire n° 152. (Présenté par M. Yves Delage.)

Expédition antarctique française (1903-1905), commandée par le Dr Jean Charcot. *Sciences naturelles : Documents scientifiques. Poissons,* par Léon Vaillant; *Mollusques : Nudibranches et Marséniadés,* par A. Vayssière; *Céphalopodes,* par L. Joubin; *Gastropodes et Pélécypodes,* par Ed. Lamy; *Amphineures,* par le Dr Joh.

THIELE; *Echinodermes : Stellérides, Ophiures et Echinides,* par R. KŒHLER; *Holothuries,* par C. VANEY; *Crustacés : Schizopodes et Décapodes,* par H. COUTIÈRE; *Isopodes,* par HARIETT RICHARDSON; *Amphipodes,* par ED. CHEVREUX; *Copépodes,* par A. QUIDOR; *Tuniciers,* par SLUITER; *Hydroïdes,* par ARMAND BILLARD. Paris, Masson et Cie, 1906; 6 fasc. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Étude expérimentale du rivetage, par CH. FRÉMONT. (Mémoires publiés par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, 1906.) Paris, 1906; 1 fasc. in-8°.

Répertoire des travaux de la Société de Statistique de Marseille, 1905; t. XLVI, 2e partie. Valence, 1906; 1 fasc. in-8°.

Annales de Chimie et de Physique, par MM. BERTHELOT, MASCART, MOISSAN; 8e série, t. X, janvier 1907. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-8°.

Éphémérides sismiques et volcaniques, par F. DE MONTESSUS DE BALLORE; nos 36-42, novembre 1905-mai 1906. 7 fasc. in-8°.

Revue bryologique, Bulletin bimestriel consacré à l'étude des Mousses et des Hépatiques; 34e année, 1907, n° 1. Cahan, par Athis (Orne), T. Husnot; 1 fasc. in-8°.

Mutual occultations and eclipses of the satellites of Jupiter in 1908, by prof. J.-A.-C. OUDEMANS, parts 1 and 2. (Extr. des *Proceedings of the Meetings of October* 27 *and November* 24, 1906; Académie royale des Sciences d'Amsterdam.) 2 fasc. in-8°.

Vie physique de notre planète devant les lumières de la Science contemporaine, par A. KLOSSOVSKY. Odessa, 1899; 1 fasc. in-8°.

Darstellungen aus der Geschichte der Technik der Industrie und Landwirtschaft in Bayern, Festgabe der königlichen technischen Hochschule in München zur Jahrhundertfeier der Annahme der Königswürde durch Kurfürst Maximilian IV, Joseph von Bayern. Munich, R. Oldenbourg, 1906; 1 vol. in-4°.

Une série de thèses et écrits académiques, adressés à titre de don par le Directeur de la *K. technische Hochschule* de Munich. 105 fasc. de divers formats.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 JANVIER 1907.

Leçons de Mécanique céleste professées à la Sorbonne, par H. POINCARÉ, Membre de l'Institut; t. II, 1re Partie : *Développement de la fonction perturbatrice.* Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Mikroskopische Physiographie der Mineralien und Gesteine, ein Hülfsbuch bei mikroskopischen Gesteinsstudien, von H. ROSENBUSCH; Bd. II. *Massige Gesteine;* Hälfte 1 : *Tiefengesteine. Ganggesteine;* vierte neu bearbeitete Auflage. Stuttgart, E. Schweizerbart, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Vorlesungen über theoretische Physik, von H. VON HELMHOLTZ. Bd. IV. *Electrodynamik und Theorie des Magnetismus,* herausgegeb. v. KRIGAR-MENZEL und MAX LAUE; mit 30 Figuren im Text. Leipzig, Johann-Ambrosius Barth, 1907; 1 vol. in-4°. (Offert par Mme Ellen von Siemens.)

Proceedings of the right worshipful Grand Lodge of the most ancient and honorable fraternity of free and accepted masons of Pennsylvania, and masonic jurisdiction thereunto beloning at its celebration of the bicentenary of the birth of right worshipful past Grand Master brother Benjamin Franklin. Philadelphie,

Grand Lodge of Pennsylvania, 1906; 1 vol. in-8°; n° 1357. (Offert par M. George-W. Kendrick.)

An international southern telescope, by EDWARD-C. PICKERING. (Extr. des *Proceedings of the American Philosophical Society,* t. XLV, n° 182, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Oration of the aims of an astronomer, by EDWARD-C. PICKERING. (Extr. de *Harvard Graduates Magazine,* septembre 1906, t. XV, n° 57.) 1 fasc. in-8°.

Observations de l'éclipse totale du Soleil du 29-30 *août* 1905; Rapport préliminaire de la Mission astronomique et météorologique de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, par M. N. DONITCH. (*Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg,* 1905, novembre-décembre; 5e série, t. XXIII, nos 4 et 5.) 1 fasc. in-4°.

Memoirs of the British Astronomical Association; t. XV. *Sixth report of the Section for the observation of variable stars.* Edimbourg, 1906; 1 vol. in-8°.

Publikationen des Astrophysikalischen Observatoriums, herausgegeb. v. Director H.-C. VOGEL; Bd. XVII. Potsdam, 1907; 1 vol. in-4°.

Contributions from the Solar Observatory Mount-Wilson, California; nos 9-12. Carnegie Institution of Washington, 1906; 4 fasc. in-8°.

Publications of the United States Naval Observatory; series II, t. IV, part IV. Washington, 1906; 1 vol. in-4°.

(*A suivre.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 FÉVRIER 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. le Prince *Roland Bonaparte*, pour occuper la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Raphaël Bischoffsheim*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. le Prince **Roland Bonaparte** prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation des éthers acylcampholiques et sur un nouveau mode de formation de l'acide phényloxyhomocampholique.* Note de MM. **A. Haller** et **Charles Weimann**.

Les éthers cyanocampholiques, obtenus par l'un de nous ([1]), se prêtent, comme tous les nitriles ([2]), à l'action des organomagnésiens, pour donner naissance d'abord à des composés imidés, qui se transforment ensuite par hydrolyse en dérivés cétoniques, quand on traite la masse par de l'acide

---

([1]) A. Haller, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 68 et 112.
([2]) Blaise, *Comptes rendus*, t. CXXXII, p. 38.

sulfurique étendu :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2CN\\ CO^2R\end{matrix}\right. + Mg\left\langle\begin{matrix}R'\\ I\end{matrix}\right. = C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2.C\left\langle\begin{matrix}\!\!/\!\!/NMgI\\ R'\end{matrix}\right.\\ CO^2R\end{matrix}\right.$$

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2-C\left\langle\begin{matrix}\!\!/\!\!/NMgI\\ R'\end{matrix}\right.\\ CO^2R\end{matrix}\right. + 2H^2O = C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2.COR'\\ CO^2R\end{matrix}\right. + Mg\left\langle\begin{matrix}OH\\ I\end{matrix}\right. + NH^3.$$

Dans les conditions où nous avons opéré, le composé organomagnésien ne s'est fixé que sur la fonction nitrile et a respecté le complexe — CO^2**R**, même lorsqu'on l'a ajouté en excès à l'éther cyanocampholique.

Nous avons fait réagir les iodures de méthyle et d'éthyle-magnésium, ainsi que le bromure de phénylmagnésium, sur les cyanocampholates de méthyle ou d'éthyle en suivant le mode opératoire usité dans des synthèses de cette nature.

Au composé organomagnésien préalablement formé au sein de l'éther anhydre, nous avons ajouté peu à peu une solution éthérée de cyanocampholate et avons ensuite chauffé le mélange au bain-marie pendant 2 heures. Le précipité gélatineux, observé au début, se rassemble au fond de la solution et vient parfois y former une croûte dure et translucide qui reste collée aux parois du ballon. Après repos, le liquide surnageant est versé dans une solution d'acide sulfurique à 20 pour 100 refroidie par de la glace. On verse de même de l'acide sulfurique et de la glace dans le ballon pour décomposer le dépôt adhérent au fond du vase. Tous les liquides sont réunis dans une ampoule à décantation, et la solution éthérée, après avoir été lavée au carbonate de soude et à l'eau, est desséchée sur du sulfate de soude anhydre et distillée. Le résidu est enfin rectifié dans le vide ou mis à cristalliser dans les solvants appropriés.

Les dérivés ainsi obtenus ont bien la composition et la fonction que nous leur avons assignées. Il est toutefois très difficile d'obtenir par saponification les acides correspondants $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH^2.CO.R\\ COOH\end{matrix}\right.$, le groupement CO^2R' de ces éthers cétoniques occupant, dans la molécule, la même position que celle qui est supposée au même complexe dans les éthers camphoriques acides β

$$\begin{array}{lll} CH^2 & \text{—— } CH.CH^2.CO - R & \\ | & \quad CH^3\overset{|}{C} - CH^3 & \\ CH^2 & \text{—— } \overset{|}{C} \text{ ——} & CO^2R' \\ & \quad \overset{|}{C}H^3 & \end{array} , \qquad \begin{array}{llll} CH^2 & \text{—— } CH & \text{——} & CO^2H \\ | & \quad CH^3.\overset{|}{C} - CH^3 & & \\ CH^2 & \text{—— } \overset{|}{C} & \text{——} & CO^2R' \\ \overset{|}{C}H^3 & & & \end{array} .$$

Or on sait que ces derniers éthers se prêtent difficilement à la saponification.

Quant à la fonction cétonique de ces composés, elle est facilement mise en évidence par la préparation des semicarbazones.

Acétylcampholate de méthyle $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2.CO.CH^3 \\ CO^2CH^3 \end{cases}$. — Ce corps se présente sous la forme d'une huile qui distille à 190° sous une pression de 50^mm. Fraîchement distillée, elle est presque incolore, mais devient jaune avec le temps. D'une odeur assez agréable, elle possède le pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = +73°,29$.

Sa *semicarbazone* $C^{14}H^{25}O^3N^3$ constitue de fines aiguilles blanches, solubles dans l'alcool et fondant à 251°.

Propionylcampholate d'éthyle $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2.CO.CH^2.CH^3 \\ COOC^2.H^3 \end{cases}$. — Huile faiblement jaunâtre quand elle vient d'être distillée et qui devient franchement jaune au contact de la lumière et de l'air. Son point d'ébullition est de 198° sous 25^mm.

La *semicarbazone* $C^{16}H^{29}O^3N^3$, cristallisée plusieurs fois dans l'alcool, se présente sous la forme d'aiguilles fines et soyeuses fondant à 180°,5.

Benzoylcampholate de méthyle $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2.CO.C^6H^5 \\ CO^2CH^3 \end{cases}$. — Préparé au moyen du bromure de phénylmagnésium et du cyanocampholate de méthyle, en prenant quelques précautions sur lesquelles nous nous proposons d'insister dans un Mémoire plus étendu, cet éther cétonique constitue des paillettes ayant le point de fusion de 71° quand il a cristallisé au sein de l'éther de pétrole.

Sa *semicarbazone* fond à 222°.

Benzoylcampholate d'éthyle $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2.CO.C^6H^5 \\ CO^2C^2H^5 \end{cases}$. — Obtenu comme son homologue inférieur, ce composé a été purifié par distillation dans un vide de 15^mm, où il passe à la température de 225°, et cristallisation dans l'éther de pétrole. Il fond à 48°-49°.

Sa *semicarbazone* possède le point de fusion de 180°.

Acide benzoylcampholique $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2.CO.C^6H^5 \\ COOH \end{cases}$. — Comme le montre sa formule, cet acide est le composé cétonique correspondant à l'acide phényloxyhomocampholique $C^8H^{14}\begin{cases} CH^2.CH\,OH.C^6H^5 \\ CO\,OH \end{cases}$ que l'un de nous, en

collaboration avec M. Minguin [1], a obtenu en traitant du benzylidènecamphre par de l'acide chlorhydrique ou de l'acide bromhydrique, ou en faisant agir de la potasse sur du benzylcamphre-β bromé.

Comme le composé ainsi obtenu diffère du benzylidènecamphre par 2^{mol} d'eau en plus, et qu'il possède une fonction acide, nous avons traduit sa formation par le schéma suivant, sans avoir toutefois de preuve absolument convaincante de la position qu'occupe dans la molécule le groupement alcool secondaire vis-à-vis du groupe carboxyle :

$$C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix} C = CH\,C^6H^5 \\ | \\ CO \end{matrix}\right. + 2H^2O = \left|\begin{matrix} CH^2 \text{———} CH - CH^2.CH\,OH\,C^6H^5 \\ \quad CH^3 - \overset{|}{C}\,CH^3 \\ CH^2 \text{———} \overset{|}{C} - CO\,OH \\ \quad \overset{|}{CH^3} \end{matrix}\right. .$$

Seule l'inaptitude de donner naissance à une lactone δ constitue une sorte de preuve de la position ε assignée à la fonction alcool vis-à-vis de la fonction carboxylée, dans cet acide.

Il y avait donc un intérêt théorique à préparer l'acide benzoylcampholique, à le réduire et à le comparer à celui obtenu par hydratation directe du benzylidènecamphre.

Pour les raisons que nous avons déjà signalées plus haut, la saponification des éthers benzoylcampholiques est extrêmement laborieuse. Les alcalis en solution aqueuse ou alcoolique n'ayant pas donné de résultats bien nets, nous avons chauffé en tubes scellés, pendant 5 jours, à une température de 120°-125°, du benzoylcampholate de méthyle (5^g) avec un excès d'acide chlorhydrique.

Le produit solide qu'on obtient dans ces conditions est insoluble dans la potasse concentrée, soluble dans la potasse étendue, d'où il est précipité en flocons blancs par les acides. Il se dissout dans l'alcool et l'éther, d'où il cristallise en aiguilles fondant à 163°. Son pouvoir rotatoire dans l'alcool méthylique est $(\alpha)_D = +69°28'$.

Le benzoylcampholate d'argent préparé par double décomposition constitue un précipité blanc insoluble dans la plupart des dissolvants.

La semicarbazone $C^{18}H^{25}N^3O^3$ de l'acide fond vers 210°, en se décomposant partiellement.

---

(1) A. Haller et J. Minguin, *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1362.

Acide phényloxyhomocampholique $C^8H^{14}\begin{cases}CH^2.CHOHC^6H^5\\COOH\end{cases}$. — La réduction des éthers benzoylcampholiques, avec saponification subséquente au moyen de la potasse alcoolique, ne nous ayant pas permis d'arriver au but cherché, nous avons réduit l'acide benzoylcampholique lui-même (10^g) mis en suspension dans l'eau distillée (1^l) au moyen de 150^g d'amalgame de sodium à 3 pour 100. Le mélange a été agité mécaniquement pendant 1 journée et la solution filtrée fut additionnée d'acide sulfurique. Le précipité recueilli et lavé a été dissous dans l'alcool méthylique, d'où il a cristallisé en lamelles blanches et transparentes qui s'effleurissent à l'air en perdant de l'alcool méthylique de cristallisation. On ne parvient à enlever la totalité de cet alcool qu'en chauffant l'acide à 130°. La poudre blanche qui reste fond alors à une température de 200° à 202°.

L'acide préparé au moyen du benzylidènecamphre, mis à cristalliser dans le même dissolvant, se comporte d'une façon identique et donne également des lamelles allongées et transparentes, s'effleurissant à l'air et fournissant un produit anhydre à 130°, produit qui fond à 200°-202°. Les deux acides, mélangés en proportions égales, possèdent d'ailleurs le même point de fusion de 200°-202°.

En résumé, le produit préparé par réduction de l'acide benzoylcampholique, est identique avec celui provenant de l'hydratation, avec rupture subséquente d'un des deux noyaux, du benzylidènecamphre. La formule que nous avons assignée primitivement à cet acide est donc bien celle d'un oxyacide ε.

Nous nous proposons de continuer l'étude de ces composés et de leurs homologues.

BIOLOGIE. — *Sur le mécanisme des transformations en milieu normal chez les Crustacés.* Note de M. **E.-L. Bouvier**.

La théorie transformiste ne rencontre plus guère de contradicteurs, mais elle paraît échapper au contrôle de l'expérimentation, en ce sens qu'on n'a pu, jusqu'ici, assister à la transformation directe d'une espèce en une autre. Les curieuses mutations, si bien étudiée par M. de Vries, ne sont pas absolument démonstratives à ce point de vue, parce qu'elles donnent naissance, non point aux espèces linnéennes telles que les comprennent les biologistes, mais exclusivement à des variétés plus ou moins stables, appelées *petites espèces* ou *espèces jordaniennes*.

Il est bon d'observer toutefois que, si les expériences de laboratoire les plus longues et les plus patientes sont trop courtes pour conduire à la transformation définitive d'un type spécifique, on peut trouver dans la nature des dispositions qui, vraisemblablement, les réalisent sous une autre forme et qui n'ont plus pour limites la faible durée d'une vie humaine.

Vers la fin de l'époque tertiaire, un grand nombre d'animaux marins, appartenant aux espèces les plus diverses, devaient habiter indifféremment le Pacifique oriental et l'Atlantique occidental, et se répandre dans l'une ou l'autre de ces mers par le détroit de Panama. Quand, au début du quaternaire, ce détroit devint un isthme, les représentants de ces diverses espèces furent isolés par la barrière nouvelle, et isolés pour toujours quand ils appartenaient à des espèces incapables d'émigrer par ailleurs. Ces espèces incapables sont faciles à caractériser par un triple caractère : elles étaient tropicales, c'est-à-dire incapables d'aborder les eaux froides des pôles; côtières ou subcôtières, c'est-à-dire inaptes à se disséminer par les abysses; enfin, très délicates à tout stade et, par là même, impropres à être transportées d'un océan à l'autre par les voies terrestres ou aériennes. Ainsi, les représentants de ces espèces furent isolés en milieu normal, mais dans des aires géographiques différentes, et dès lors capables de varier sans mélange possible.

Beaucoup de ces formes existent encore de nos jours, ordinairement différentes en deçà et au delà de l'isthme, et désignées sous le nom d'*espèces représentatives*. Quand ces espèces représentatives appartiennent à des genres caractérisés par de nombreux types spécifiques, elles n'offrent qu'un intérêt médiocre à cause des mélanges et des hybridations qui ont pu les frapper; mais il n'en est pas de même quand elles font partie d'un groupe générique très restreint qui n'a pas d'autres représentants de chaque côté de l'isthme. Alors, on se trouve en présence de formes qui permettent de mesurer l'étendue de la variation en milieu normal depuis l'époque, déjà fort éloignée, où surgit des eaux l'isthme de Panama. Ces espèces sont, en quelque sorte, les sujets d'une expérience naturelle qui remonte aux derniers grands phénomènes géologiques.

Deux types de Crustacés, recueillis par M. le Dr Rivet, à Païta (Pérou), au cours de la mission de l'Équateur, vont nous permettre de fixer les résultats de cette longue expérience : l'un est une grande Crevette du genre *Xiphopeneus*, l'autre un Bernard l'Ermite du genre *Isocheles*.

Les *Xiphopeneus* se distinguent de tous les autres représentants de la tribu des Pénées par leurs pattes des deux paires postérieures qui sont longues,

très fines et flagelliformes. On n'en connaissait jusqu'ici qu'une seule espèce, le *X. Kröyeri* S.-I. Smith, dont l'aire géographique se trouve comprise entre le Brésil et la Floride, en passant par la mer Caraïbe et le golfe du Mexique. Le *Xiphopeneus* rapporté par M. Rivet doit être fort commun dans les eaux péruviennes, car il fut acheté sur le marché de Païta, où on le vend pour la consommation, comme notre Pénée caramote dans les marchés algériens; il se trouve sans doute partout dans les eaux tropicales du Pacifique américain. Cette Crevette ressemble étrangement au *X. Kröyeri*, et appartenait presque certainement à la même espèce avant l'émersion de l'isthme; de nos jours, elle en diffère par la carène dorsale plus forte de sa carapace, par les dimensions plus réduites de son fouet antennulaire inférieur qui égale au plus le quart et non la moitié du fouet supérieur, par le développement d'un denticule aigu à l'extrémité postérieure de la carène médiane du quatrième segment abdominal, enfin par le caractère du rostre qui est moins convexe dans sa partie basilaire, un peu relevé en avant, et muni de 4 dents au lieu de 5. Ces caractères fixent la limite des transformations subies par la forme ancestrale commune depuis le commencement de la période quaternaire; étant données les règles de la systématique dans le groupe des Pénéides, ils sont suffisants pour nous permettre d'élever au rang d'espèce le *Xiphopeneus* du Pacifique. Je donnerai à cette espèce le nom de *X. Riveti*, et les deux *Xiphopeneus* semblent être les résultats de la transformation d'un type qui habitait le détroit et les régions avoisinantes avant l'émersion de l'isthme.

L'*Isocheles* de Païta prête à des considérations analogues. Les Paguriens de ce genre n'étaient représentées jusqu'ici que par deux formes non douteuses : l'*I. Wurdemanni* St. qui habite le golfe du Mexique, et l'*I. aequimanus* Dana qui fut trouvé à Valparaiso. L'*Isocheles* de Païta ressemble beaucoup plus à la première de ces espèces qu'à la seconde, et il n'en diffère que par des traits peu importants : les chélipèdes sont plus longuement et plus fortement pileux; les pattes ambulatoires, au lieu de simples granulations, présentent des tubercules spiniformes sur leur bord supérieur, les saillies de la face supérieure des pinces ont une tendance à se grouper sur trois lignes longitudinales, enfin les pédoncules oculaires dépassent un peu les pédoncules des antennes, tandis qu'il sont un peu plus courts dans l'espèce du golfe du Mexique. Bref, l'*Isocheles* de Païta est à l'heure actuelle une simple variété de l'*I. Wurdemanni*, variété à laquelle j'attribue la dénomination de *pacificus*, et qui deviendra sans doute, dans la suite, une espèce bien distincte. Ici, par conséquent, les variations subies

sont moindres que pour les *Xiphopeneus*, et n'ont pas encore altéré tout à fait le type spécifique primitif.

Avec certains Décapodes recueillis en Basse-Californie par M. Diguet, on est conduit à des considérations de même nature. Ainsi le genre *Petrochirus*, qui comprend les Paguridés marins de la plus forte taille, semblait ne pas avoir d'autres représentants que le *P. granulatus* Ol., répandu depuis le golfe du Mexique jusqu'au Brésil, et le *P. pustulatus* Edw. des parages de la Sénégambie; or, j'ai fait connaître brièvement ([1]), sous le nom de *P. californiensis*, une remarquable forme nouvelle trouvée par M. Diguet près des côtes de la Basse-Californie, où elle est très répandue. Le *P. californiensis* est une forme représentative manifeste du *P. granulatus;* il rivalise avec lui par sa grande taille, et il n'en diffère que par les doigts plus longs de ses pattes ambulatoires, par ses pédoncules oculaires un peu plus massifs, et par les ornements de ses pinces; on sait que ces ornements, chez le *P. granulatus*, se présentent à l'état de saillies squamiformes couvertes de tubercules subégaux et transversalement sériés; dans le *P. californiensis*, les saillies deviennent des proéminences coniques surbaissées, grâce au développement prédominant du tubercule central autour duquel se répartissent les autres tubercules qui sont très réduits et souvent atrophiés. C'est une disposition ornementale bien caractéristique, mais où il n'est pas difficile de reconnaître le type squamiforme du *P. granulatus*. Parmi les formes représentatives très typiques, on pourrait encore citer les *Lithadia* perforés, qui sont des Crabes singuliers où la carapace tuberculeuse se distingue par deux perforations dorsales en manière de tunnels. Ces formes littorales sont très rares, mais l'on en connaît deux espèces : la *Lithadia pontifera* St. des Antilles et la *L. Digueti* Bouv. de la Basse-Californie, qui représentent presque certainement les transformations d'une même espèce primitive.

J'ajoute que les Décapodes marins récemment adaptés aux eaux douces nous permettent de compléter le Tableau précédent et même d'y introduire quelques retouches.

En effet, tandis que le *Palemon spinimanus* Edw. qui habite les affluents de l'Atlantique tropical, est représenté en Basse-Californie par une espèce bien caractérisée, le *Palemon Digueti* Bouv., on trouve, sans différence notable, le *Palemon jamaicensis* Herbst et le *P. forceps* Edw. dans les affluents américains tropicaux de l'Atlantique et du Pacifique. Ces deux dernières espèces n'ont pas subi de variations bien

---

([1]) E.-L. Bouvier, *Sur une collection de Crustacés décapodes recueillis en Basse-Californie par M. Diguet* (*Bulletin du Muséum*, 1895, p. 6).

sensibles depuis l'époque où ils se sont adaptés à l'eau douce, encore que cette émigration ait pu se produire avant l'émersion de l'isthme; en même temps le *P. spinimanus* et le *P. Digueti* s'éloignaient peu à peu de leur forme primitive commune et arrivaient à se constituer en types spécifiques distincts.

Ainsi, pour les espèces précédentes, les modifications subies depuis l'émersion de l'isthme ont été très diverses suivant les formes : tantôt à peu près nulles, tantôt simplement suffisantes pour produire des variétés, souvent assez grandes pour donner lieu à des espèces distinctes. On peut supposer que ces variations se sont produites par de petites mutations, c'est-à-dire par des sauts brusques de faible importance, mais il me paraît plus logique de croire qu'elles ont été, dans certains cas au moins, lentes et continues. Dans le *Xiphopeneus Riveti*, par exemple, on ne peut pas dire que la cinquième dent rostrale a disparu par le fait d'une mutation, car cette dent existe encore à l'état rudimentaire; d'autre part, il semble bien que les saillies subconiques des pinces du *Petrochirus californiensis* sont dues à la simple prédominance d'un de leurs tubercules centraux, prédominance qui se répète dans toutes les saillies.

En tous cas, les variations que nous venons de passer en revue furent certainement très lentes, en rapport étroit avec les différences de distribution des espèces qui les ont subies et sans relation apparente avec l'évolution générale des genres dans lesquels se rangent ces espèces. A ce triple point de vue, elles diffèrent totalement des mutations évolutives que j'ai mises en évidence chez certaines Crevettes d'eau douce de la famille des Atyidés et qui, brusquement, font acquérir à une espèce les caractères essentiels d'un genre placé immédiatement au-dessus de la lignée. C'est de nos jours et sous nos yeux que l'*Ortmannia Alluaudi* Bouvier se transforme en *Atya serrata* Sp. Bate, et cette mutation se produit brusquement, aux îles du Cap Vert comme dans toute la région indo-pacifique, sans doute par l'accumulation d'une grande puissance évolutive qui se dépense actuellement tout d'un coup pour conduire sans transition au type générique immédiatement supérieur.

Ces deux formes de variations si différentes ont dû jouer et jouent encore un rôle capital dans l'évolution des êtres, l'une étant particulièrement propre à multiplier les espèces et les variétés, l'autre à déterminer les étapes successives de l'évolution et à produire les hiatus qu'on observe entre ces étapes et qui ont frappé depuis longtemps les naturalistes.

Quoi qu'il en soit, on ne peut pas dire aujourd'hui que les transformations spécifiques des êtres ne sont pas susceptibles d'être directement

observées; limitées à la genèse des espèces, on peut en mesurer les effets, depuis l'exhaussement de l'isthme de Panama; et appliquées aux progrès évolutifs, elles se produisent même sous nos yeux, pour certains groupes, en de nombreux points de la surface du globe.

ZOOLOGIE. — *L'Éléphant d'Afrique a-t-il une cavité pleurale?* Note de M. **Alfred Giard**.

Ce n'est pas sans un certain étonnement que j'ai appris par la Note de Mme M. Phisalix, publiée dans le dernier numéro des *Comptes rendus*, que l'Éléphant Sahib était mort d'une congestion pulmonaire compliquée d'une pleurésie double *avec épanchement* (1).

Il semble bien établi en effet, surtout depuis les recherches du professeur J.-E.-V. Boas, que les Eléphants n'ont pas de cavités pleurales (2).

Le fait paraît hors de doute pour l'Éléphant d'Asie. Dans leur Monographie de l'Éléphant indien, Miall et Greenwood disent : « *The visceral and parietal layers of the pleura are closely connected together by matted elastic tissue* (3). »

Et Boas a pleinement confirmé ce curieux détail anatomique par trois autopsies : 1° celle d'un jeune individu mort dans un cirque à Copenhague en 1890; 2° celle d'une vieille femelle morte il y a quelques années d'une affection intestinale au jardin zoologique de Copenhague; 3° celle d'une jeune femelle qu'on dut abattre à l'École vétérinaire de la même ville, à la suite d'une luxation de la hanche.

Une quatrième autopsie, dont les résultats ont été communiqués à Boas, a été faite par le professeur Schmalz à l'École vétérinaire de Berlin et a donné lieu aux mêmes observations.

Les cavités pleurales faisaient totalement défaut et les poumons adhéraient partout à la cage thoracique par du tissu conjonctif. Le péricarde lui-même adhérait aux poumons et au diaphragme par du tissu conjonctif; mais le cœur était libre dans son enveloppe, comme chez les autres Mammifères. Le tissu conjonctif unissant était blanchâtre, très extensible, d'une faible élasticité et en conséquence renfermait peu de fibres élastiques.

---

(1) Marie Phisalix, *Autopsie de l'Éléphant d'Afrique Sahib, mort au Muséum, le 29 janvier* 1907 (*Comptes rendus*, 4 février 1907, p. 281).

(2) J.-E.-V. Boas, *Fehlen der Pleurahöhlen beim indischen Elefanten* (*Morphologisches Jahrbuch*, 1906, t. XXXV, 3, p. 494).

(3) Miall and Greenwood, *Anatomy of the indian Elephant* (*Journal Anat. and Physiology*, t. XIII, p. 44).

Pour l'Éléphant d'Afrique, les preuves d'obturation des cavités pleurales sont moins nombreuses et moins démonstratives.

Cependant Mojsisovics, qui s'est occupé spécialement de l'anatomie de cet animal, déclare que chez un jeune individu qu'il a disséqué, il a trouvé les traces manifestes d'une *Pleuritis adhæsiva*. Il considère donc comme pathologiques, mais sans en donner la raison, les adhérences très étendues qu'il a constatées entre le poumon et les parois de la cage thoracique ([1]).

D'autre part, Vulpian et Philippeaux, dans un Mémoire lu à la Société de Biologie en décembre 1855 et publié peu après sous le titre : *Notes sur le cœur, le foie et les poumons d'un Éléphant (femelle)* ([2]), s'expriment ainsi :

« Les deux poumons étaient adhérents dans presque toute leur périphérie : dans quelques points limités, la plèvre viscérale et la plèvre pariétale n'étaient point réunies. Les adhérences étaient assez difficiles à rompre » (p. 203).

Vulpian et Philippeaux ne disent pas, il est vrai, à quelle espèce appartenait l'Éléphant dont les viscères leur avaient été confiés par Gratiolet pour en faire l'examen. Mais il s'agissait d'une femelle de 33 ans environ, morte à la Ménagerie du Muséum en 1854. Or, on lit dans le *Jardin des Plantes* de Curmer, Paris, 1842 (p. 118), à propos de l'Éléphant d'Afrique :

« On nous les amène rarement vivants en Europe et le Jardin des Plantes n'en a possédé qu'un seul. Ce dernier, envoyé tout jeune en 1825, s'y voit encore actuellement; c'est une femelle. »

En supposant que tout jeune signifie 3 à 4 ans, cet animal aurait donc eu, en effet, 33 ans environ en 1854, époque où il mourut. Les viscères furent étudiés un an après par Vulpian et Philippeaux.

D'ailleurs, en 1842, la Ménagerie ne possédait plus d'Éléphants d'Asie; celui que Leschenault avait envoyé en 1820 était mort depuis 1830.

Il semble donc que, pour n'être pas aussi complète que chez l'Éléphant d'Asie, l'absence des cavités pleurales est assez indiquée chez l'Éléphant d'Afrique pour rendre difficile et quelque peu douteux le diagnostic de pleurésie basé sur l'épaisseur de la plèvre et sur les adhérences.

L'existence d'un épanchement a évidemment une autre importance et il serait utile d'en préciser l'étendue et la localisation, lorsqu'on aura occasion de la signaler.

---

(1) MOJSISOVICS, *Nachtr. zur Anatomie von Loxodon africanus* (*Mitth. des naturw. Vereins für Steiermark*, 1883, p. 171).

(2) VULPIAN et PHILIPPEAUX, *Notes sur le cœur, le foie et les poumons d'un Éléphant* (*femelle*) (*Ann. d. Sciences nat.*, 4e série, t. V, 1856, p. 183).

Il serait très nécessaire aussi de faire connaître exactement le degré normal de réduction des cavités pleurales chez *Loxodon africanus*.

En tout cas l'intéressante observation de M[me] Phisalix permet d'apporter une restriction à la conclusion de Boas quand il dit à propos de l'absence de cavités pleurales :

« Nach alledem ist nicht daran zu zweifeln, dass wir hier einem dem *Elephas indicus*, wahrscheinlich der *ganzen* Elefantengattung normalen Charakter gegenüberstehen (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèses diverses du diméthylisopropylcarbinol* $(H^3C)^2.C(OH)-CH.(CH^3)^2$. Note de M. **Louis Henry**.

Je me propose, dans cette Note, surtout de faire connaître diverses réactions synthétiques qui aboutissent à la formation du *diméthylisopropylcarbinol* $(H^3C)^2.C(OH)-CH.(CH^3)^2$. A ne les considérer que d'une manière superficielle, dans leur point de départ et leur résultat final, ces réactions paraissent être accompagnées d'une transposition intramoléculaire d'éléments. On admettra avec moi, je pense, que cette interprétation ne correspond pas à la réalité et doit être écartée : il s'y passe au contraire successivement des réactions intermédiaires qui, pour n'apparaître pas au dehors, n'en sont pas moins importantes. Leur multiplicité communique, à mon sens, à ces processus chimiques, un véritable intérêt.

I. *Aldéhyde α-chloro-isobutyrique* $(H^3C)^2-CCl-CH=O$. — J'ai fait voir précédemment (²) que le *chloro-isobutyrate d'éthyle*

$$(H^3C)^2-CCl-CO(OC^2H^5),$$

en réagissant sur le méthylbromure de magnésium $H^3C.Mg.Br$, fournit le

---

(¹) Peut-être une disposition anatomique comparable à celle des Éléphants existe-t-elle chez les Damans, qui présentent d'ailleurs avec les Proboscidiens des affinités multiples. Dans sa Monographie du genre Daman, H. George écrit, en effet, à propos du Daman du Cap : « J'ajouterai, d'une façon accessoire, que la surface des deux poumons était parsemée chez un des deux individus que j'ai étudiés de nombreuses taches tuberculeuses grisâtres irrégulières, souvent réunies en îlots et par lesquelles les poumons avaient contracté de nombreuses adhérences avec la plèvre thoracique et diaphragmatique qui tapisse les parois de la cavité où les poumons sont contenus. » (*Ann. Sc. nat. Zoologie*, 6e série, t. I, 1874, p. 78.)

(²) *Comptes rendus*, t. CXLII, 7 mai 1906, p. 1023.

pentaméthyléthanol $(H^3C)^3 - C - C(OH).(CH^3)^2$ de Bütlerow, comme si les composants $> CCl$ et $- CO(OC^2H^5)$ avaient simplement réagi, selon leur mode habituel, sur le composé magnésien. Cela étant, je m'attendais à ce que l'*aldéhyde α-chloro-isobutyrique* ([1]) correspondante me fournirait, dans les mêmes conditions, l'*alcool pinacolique* de Friedel

$$(H^3C)^3 - C - CH(OH) - CH^3.$$

L'expérience n'a pas confirmé mes prévisions. Il se forme non l'alcool pinacolique mais son isomère tertiaire, le *diméthylisopropylcarbinol* $(H^3C)^2.C(OH) - CH.(CH^3)^2$, reconnaissable à l'action de l'acide HCl aq fumant et à celle du chlorure d'acétyle, $H^3C - COCl$ ([2]).

Tenant compte de la formation du *pentaméthyléthanol*

$$(H^3C)^3.C - \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}} - (CH^3)^2$$

dans des conditions analogues, on pourrait de prime abord admettre ici la formation provisoire d'un composé *pinacolique* renfermant le système $(CH^3)^3C -$.

Ce composé pinacolique, à noyau carboné dissymétrique,

$$(CH^3)^3.C - CHX - CH^3$$

subirait une transformation intramoléculaire à la suite de laquelle se formerait un composé correspondant à noyau carboné symétrique

$$(CH^3)^2CX - CH(CH^3)^2$$

d'où le *méthylisopropylcarbinol* $(H^3C)^2C(OH) - CH(CH^3)^2$.

Mais il faut renoncer à cette manière de voir. L'acool pinacolique, composé dissymétrique, est stable comme tel; son isomérisation en composé à noyau carboné *symétrique* se fait par l'intermédiaire de ses éthers haloïdes. C'est là un fait capital à considérer dans le cas présent. Or, à aucun moment de la réaction ici en question, il n'est possible d'admettre l'existence d'un composé haloïde *dissymétrique*, se rattachant à l'alcool pinacolique secondaire.

---

(1) L'aldéhyde *chloro-isobutyrique* que j'ai eue à ma disposition m'a été fournie par M. A. Brochet.

(2) Voir ma Note sur cet objet, *Bulletin de l'Académie des Sciences de Belgique*, 1906, p. 261.

La marche successive des réactions dans l'opération est, à mon sens, la suivante :

$$\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>\!CCl-\underset{\displaystyle O.MgBr}{\underset{|}{CH}}-CH^3 \rightarrow \begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>\!\underbrace{C-CH}_{O}-CH^3 \rightarrow \begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>\!\underset{\displaystyle O.MgBr}{\underset{|}{C}}-CH\!<\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix},$$

d'où vient, en dernière analyse, par l'action décomposante de l'eau, le *diméthylisopropylcarbinol :* $\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>\!C(OH)-CH\!<\!\begin{matrix}CH^3\\CH^3\end{matrix}$.

Voici des faits qui légitiment cette interprétation :

1° Lorsque la réaction du composant $>CCl$ sur $-\underset{\displaystyle O.MgBr}{\underset{|}{CH}}$, à la suite de laquelle se forme l'oxyde $>\underbrace{C-CH}_{O}-$, n'est pas possible par suite de l'absence de ce complexe carbo-oxy-halo-magnésien, la réaction suit un autre cours et le système chloré primitif $\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>\!CCl-$ persiste dans le produit obtenu. C'est ce qui a lieu quand on fait réagir le méthylbromure de magnésium $H^3C.Mg.Br$, non pas sur l'*aldéhyde chloro-isobutyrique* elle-même $(H^3C)CCl-CH=O$, mais sur son dérivé *chloro-isobutylique* $\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>\!CCl-CH\!<\!\begin{matrix}Cl\\O.C^4H^9\,(iso)\end{matrix}$, composé qui s'obtient si facilement, comme l'a fait voir M. A. Brochet, dans son remarquable travail [1] par l'action du chlore sur l'alcool isobutylique. C'est alors le chlore du composant *aldéhydique* $-CH\!<\!\begin{matrix}Cl\\O.C^4H^9\end{matrix}$ qui est *seul* atteint par le réactif magnésien et l'on obtient dans ce cas, en même temps que $Cl.MgBr$, un éther chloré mixte en C^5, répondant à la formule

$$\begin{matrix}H^3C\\H^3C\end{matrix}\!\!>\!CCl-\underset{\displaystyle O.C^4H^9(iso.)}{CH}-CH^3$$

Cette réaction est d'une grande netteté [2]. Cet éther mixte chloré bout à 178°-179°, $p=774^m$, alors que le produit aldéhydique primitif bout lui-même vers 195°.

---

[1] *Action du chlore sur les alcools* (*Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. X, 1897, p. 289). — *Sur l'alcool isobutylique*, p. 347.

[2] Je dois faire remarquer en passant que, quand on détermine la réaction dans des conditions inverses, en introduisant l'éther aldéhydique bichloré

$$(H^3C)^2CCl-CH\!<\!\begin{matrix}Cl\\O.C^4H^9\end{matrix},$$

dans la solution éthérée de $CH^3.Mg.Br$, celui-ci, étant en excès, détermine l'élimination de 1mol de HCl du composé éthéré mixte chloré, que je viens de signaler, et l'on obtient un éther mixte, *non saturé,* répondant à la formule $(H^3C)^2C=\underset{\displaystyle O.C^4H^9}{\underset{|}{C}}-CH^3$. Éb.: 162°-164°.

2° J'ajouterai qu'une expérience directe a constaté que l'oxyde de *triméthyléthylène* $\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix} > \underbrace{C - CH}_{O} - CH^3$ (Éb.: 75°) comme tel, fournit, avec le méthylbromure de magnésium, très aisément dans les conditions ordinaires, du *diméthylisopropylcarbinol* $(H^3C)^2 - C(OH) - CH - (CH^3)^2$.

II. *Monochlorhydrine amylénique* $(H^3C)^2CCl - CH(OH) - CH^3$. — Ce produit résulte de l'addition de l'acide HCl à l'oxyde de *triméthyléthylène* $(H^3C)^2 - C - CH - CH^3$.

La réaction de ce composé sur le méthylbromure de magnésium, en solution éthérée, fournit aussi, comme celle de l'aldéhyde chloro-isobutyrique monochlorée, non pas l'alcool pinacolique secondaire comme on pourrait le croire, mais son isomère, le *diméthylisopropylcarbinol*

$$(H^3C)^2 - C(OH) - CH(CH^3)^2 \ (^1).$$

---

(1) L'addition du méthyl-bromure de magnésium $CH^3.MgBr$ à l'*oxyde de triméthyl-éthylène* $(H^3C)^2.\underbrace{C - CH}_{O} - CH^3$, oxyde dissymétrique, peut se faire en deux sens :

(*a*) $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} > \underset{O.Mg.Br}{C} - CH < \begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}$, (*b*) $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} - C - \underset{O.Mg.Br}{CH} - CH^3$,

pour donner, à la suite de l'action décomposante de l'eau, dans le premier cas, l'alcool *tertiaire*, le *diméthylisopropylcarbinol*, dont je me suis occupé jusqu'ici; dans le second, l'alcool *secondaire*, l'alcool pinacolique de Friedel.

Pour rester strictement dans la vérité des faits constatés, je dois dire que la réaction me paraît se faire *presque exclusivement* selon *a*.

a. C'est que l'alcool tertiaire obtenu dans ces diverses synthèses me paraît renfermer un produit alcoolique secondaire, qui ne peut être que l'alcool pinacolique. Alors que le brome attaque si violemment celui-ci, à froid déjà, il se dissout dans son isomère, l'alcool tertiaire (*), qui n'en est affecté que par un certain échauffement. Or, l'alcool tertiaire dont il est ici question réagit immédiatement avec le brome; toutefois, s'il renferme de l'alcool pinacolique, il n'en peut renfermer que des traces, ou au moins une quantité fort minime; car avec le chlorure d'acétyle, il fournit un produit qui, soumis à la distillation, passe entièrement en dessous de 120°; on sait que l'éther chlorhydrique *tertiaire* $(H^3C)^2C - Cl - CH(CH^3)^2$ bout à 111°, et l'*acétate pinacolique* $(H^3C)^3 - C - \underset{O(COCH^3)}{CH} - CH^3$ à 143°. On conçoit que la distillation fractionnée est impuissante à séparer deux produits bouillant vers 120°, l'un un peu plus bas, l'autre un peu plus haut.

(*) Voir ma Note : *Du brome comme réactif différentiel des alcools aliphatiques, etc.* (*Bulletin de l'Académie royale de Belgique, classe des Sciences*, 1906, p. 424 et suiv.).

La marche de la réaction est bien celle que j'ai indiquée, en ce qui concerne l'*aldéhyde α-chloro-isobutyrique*, car la première impression du réactif magnésien sur cette monochlorhydrine a pour résultat, en même temps qu'un dégagement de H^3CH, la formation du composé complexe

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>CCl - \underset{\substack{| \\ O.MgBr}}{CH} - CH^3,$$

le même qui résulte de la fixation du méthyl-bromure de magnésium sur l'aldéhyde chlorée en question, comme telle.

Je ne puis me dispenser de faire remarquer, en ce moment, que la formation synthétique du *pentaméthyléthanol* $(H^3C)^3.C.C(OH)^3.(CH^3)^2$, par la réaction du méthylbromure de magnésium sur le *chloro-isobutyrate d'éthyle* $(H^3C)^2CCl - CO(OC^2H^5)$, apparaît à présent sous un nouvel aspect. Il ne peut plus être question d'une réaction directe du système magnésien $H^3C - Mg.Br$, tout à la fois sur le composant $(H^3C)^2.CCl$ et sur le composant éther $- OC - (OC^2H^5)$. Le composant $\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>CCl$, qui est le même que celui qui existe dans l'aldéhyde monochlorée

$$(H^3C)^2CCl - CH.O,$$

doit échapper aussi, alors qu'il est renfermé dans l'éther chloro-isobutyrique, à l'action directe du composé méthylo-magnésien $H^3C—Mg.Br$; celui-ci doit affecter exclusivement le complexe éther : $- OC(OC^2H^5)$. Il doit résulter de là, comme produit immédiat, l'assemblage

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>CCl - C\!\!\begin{matrix} \diagup CH^3 \\ -CH^3 \\ \diagdown O.MgBr \end{matrix} \quad + C^2H^5O.MgBr.$$

et, par la réaction réciproque des fragments voisins $>CCl$ et $- C\!\!\begin{matrix} \diagup \\ - \\ \diagdown O.MgBr \end{matrix}$, il doit se former virtuellement, ou plus exactement transitoirement, à côté de $Cl.Mg.Br$, de *l'oxyde de tétramétyléthylène*

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>\underset{\diagdown\, O\, \diagup}{C - C}\!\!<\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}.$$

Or cet oxyde, en s'ajoutant à une troisième molécule de composé magnésien CH^3MgBr, ne peut, puisqu'il est symétrique, déterminer qu'un seul

système nouveau, complexe,

$$\begin{matrix} H^3C\diagdown \\ H^3C - \\ H^3C\diagup \end{matrix} C - \underset{\underset{O.MgBr}{|}}{C}\begin{matrix} \diagup CH^3 \\ \diagdown CH^3 \end{matrix}$$

qui, décomposé par l'eau, aboutit finalement au *pentaméthyléthanol* lui-même $(H^3C)^3.C - C(OH) - (CH^3)^2$.

N'ayant pas eu jusqu'ici à ma disposition de l'*oxyde de tétraméthyléthylène* $(H^3C)^2C - C(CH^3)^2$ (avec pont O entre les deux C), dont la préparation offre certaines difficultés, je regrette de ne pouvoir pas dire dès à présent que j'en ai réalisé la réaction directe sur le méthylbromure de magnésium, comme celle du composé qui le précède immédiatement dans l'ordre de méthylation de l'oxyde d'éthylène $H^2C - CH^2$ (avec pont O), c'est-à-dire l'oxyde de triméthyléthylène $(H^3C)^2.C - CH - CH^3$ (avec pont O) dont il a été question plus haut. Mais je ne doute pas du succès de cette opération, car, si la réaction des composés magnésiens $C_nH_{2n+1} - MgX$, est relativement difficile sur l'oxyde d'éthylène lui-même, comme M. Grignard l'a constaté, elle devient aisée avec les oxydes des dérivés méthylés de l'éthylène, et d'autant plus est-on autorisé à croire que le degré de méthylation est plus avancé.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1907.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Mathématiques : *Prix Francœur, Bordin, Vaillant.* — MM. Jordan, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert, Maurice Levy, Darboux, Boussinesq.

Mécanique : *Prix Montyon, Poncelet.* — MM. Maurice Levy, Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille, Schlœsing, Haton de la Goupillière, Poincaré.

Navigation : *Prix extraordinaire de la Marine, Plumey.* — MM. Maurice Levy, Bouquet de la Grye, Grandidier, Boussinesq, Deprez, Léauté, Bassot, Guyou, Sebert, Hatt, Bertin, Vieille.

Astronomie : *Prix Pierre Guzman, Lalande, Valz, G. de Pontécoulant.* — MM. Janssen, Lœwy, Wolf, Radau, Deslandres, Bigourdan, Darboux, Lippmann, Poincaré.

Géographie : *Prix Gay, Tchihatchef.* — MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, Bassot, Guyou, Hatt, Bertin, Van Tieghem, Perrier, de Lapparent.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question de Prix Gay* pour l'année 1910.

Physique : *Prix Hébert, Hughes, Gaston Planté, La Caze, Kastner-Boursault.* — MM. Mascart, Lippmann, Becquerel, Violle, Amagat, Gernez, Berthelot, Maurice Levy, Poincaré.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon, pendant le quatrième trimestre de* 1906. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Le Soleil a été observé 42 jours dans ce trimestre, et il en résulte les principaux faits qui suivent :

Taches. — Les taches ont diminué, tant en nombre qu'en étendue, dans une proportion un peu plus forte que l'augmentation constatée du deuxième au troisème trimestre; voici, d'ailleurs, pour leur comparaison, les nombres enregistrés :

2e trimestre..........	50 groupes	et 4484	millioniémes
3e »	77 »	6143	»
4e »	42 »	3917	»

Au mois d'octobre, sur 21 jours d'observation, on en a noté 5 sans taches. A cette époque, plusieurs groupes ont présenté des intermittences de visibilité et la surface des taches a été faible à tel point qu'il faut se reporter à l'année 1903, c'est-à-dire peu de temps après le *minimum,* pour rencontrer une semblable accalmie.

Ensuite l'activité des taches est redevenue normale et au milieu du mois de décembre il y en avait une visible à l'œil nu à 16° de latitude australe.

Régions d'activité. — En ce qui concerne les facules, on a enregistré 76 groupes et une aire totale de 71,2 millièmes, au lieu de 96 groupes et 105,3 millièmes précédemment.

Leur répartition entre les deux hémisphères est de 31 groupes au lieu de 37 au sud de l'équateur et de 45 au lieu de 59 au nord.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Octobre. — 0,24.			
4-9	3	4,3	−11		5
5	1	7,3	−7		2
8-12	5	7,9	−19		21
4-11	5	8,1		+15	5
8	1	9,2		+16	2
13	1	10,4		+24	15
9-11	2	14,6		+8	4
24	1	22,1		+12	21
21	1	22,9	−11		4
20-23	3	24,5		+14	8
1-2	2	27,9		+4	45
	21 j.		−12°,2	+13°,3	
		Novembre. — 0,00.			
1-8	3	4,6		+16	207
12-24	2	10,2	−9		22
12-14	2	13,7		+13	49
8-17	4	13,9	−11		464
12-17	3	15,9		+7	9
14	1	16,3	−14		4
17	1	18,0		+8	3
20	1	20,8		+15	5
17-22	3	23,6	−22		160
28-30	2	28,7		+20	127
28-30	2	29,8		+11	277
		Novembre (suite.)			
28-30	2	30,7		+17	240
	10 j.		−14°,0	+13°,4	
		Décembre. — 0,00.			
28-30	2	1,7		+16	48
7	1	7,6		+12	6
7	1	9,2		+16	2
11-15	3	11,0		+12	15
7-11	2	11,2	−12		18
14-17	3	13,2		+3	40
11-22	7	16,6		+12	281
14-21	5	17,8		+13	109
14-22	6	18,5		+14	138
14-22	6	18,5	−16		826
19-22	3	19,4		+15	268
19-28	4	24,8		+20	72
21-31	4	26,0		+19	122
31	1	28,1		+14	16
28	1	29,3	−12		3
31-3	3	29,8		+9	28
2-4	3	31,3		+7	215
28	1	31,8		+13	4
26	1	31,8	−17		7
	11 j.		−14°,3	+13°,0	

TABLEAU II. — *Distribution des taches en latitude.*

1906.	Sud 90°-40°	Sud 40°-30°	Sud 30°-20°	Sud 20°-10°	Sud 10°-0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°	Nord 10°-20°	Nord 20°-30°	Nord 30°-40°	Nord 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre....	»	»	»	3	1	4	7	2	4	1	»	»	11	132
Novembre..	»	»	1	2	1	4	8	2	6	»	»	»	12	1567
Décembre...	»	»	»	4	»	4	15	3	12	»	»	»	19	2218
Totaux...	»	»	1	9	2	12	30	7	22	1	»	»	42	3917

TABLEAU III. — *Distribution des facules en latitude.*

1906.	Sud 90°-40°	Sud 40°-30°	Sud 30°-20°	Sud 20°-10°	Sud 10°-0°	Sud Somme.	Nord Somme.	Nord 0°-10°	Nord 10°-20°	Nord 20°-30°	Nord 30°-40°	Nord 40°-90°	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Octobre....	»	»	4	7	3	14	18	6	7	5	»	»	32	22,5
Novembre..	»	»	4	3	2	9	10	2	7	1	»	»	19	15,2
Décembre...	»	»	3	4	1	8	17	4	10	3	»	»	25	33,5
Totaux...	»	»	11	14	6	31	45	12	24	9	»	»	76	71,2

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Dirichlet.* Note (¹) de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Appell.

On connaît la méthode de M. Hilbert pour la recherche d'une fonction rendant minimum l'intégrale

$$\mathrm{I}(u) = \int\!\!\int \left[\left(\frac{\partial u}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial u}{\partial y}\right)^2\right] dx\, dy.$$

Dans des recherches sur l'aire des surfaces (²), j'avais été conduit à employer la remarque suivante :

Si des surfaces simplement connexes en nombre infini sont limitées par un contour fixe, ou par des contours tendant vers un contour fixe, si leurs aires sont inférieures à un nombre fixe et si, sur tout morceau limité par un contour dont le plus grand diamètre est d, la distance maximum de deux points tend vers zéro avec d, on peut parmi ces surfaces en choisir une suite tendant uniformément vers une surface limite.

La publication de la Note (³) que M. Hilbert avait présentée en septembre 1899 au Congrès de Munich m'a fait comprendre quel parti on pouvait tirer de ma remarque; c'est ce que j'ai indiqué dans deux Notes des *Comptes rendus* (⁴).

Mais on peut aller plus loin quand on utilise les méthodes indiquées par M. Hilbert dans son Mémoire *Ueber das Dirichlet'sche Prinzip* (⁵).

Je considère un domaine D du plan des (x, y) limité par un contour C; une succession continue de valeurs est donnée sur C. Je cherche le minimum de $\mathrm{I}(u)$ pour les fonctions continues dans D et sur C et prenant sur C les valeurs données. Cette intégrale étant étendue à l'ensemble des points

---

(¹) Présentée dans la séance du 4 février 1907.

(²) *Sur la définition de l'aire d'une surface* (*Comptes rendus*, 27 nov. 1899).

(³) *Jahr. der deuts. Mat. Ver.*, t. VIII, 1900, p. 117 et *Nouv. Ann. de Math.*, 3ᵉ série, t. XIX, août 1900, p. 337.

(⁴) *Sur la définition de certaines intégrales de surface* (26 nov. 1900); *Sur le minimum de certaines intégrales* (3 déc. 1900). *Voir* aussi le dernier Chapitre de ma Thèse, *Intégrale, Longueur, Aire* (*Annali di Mat.*, 1902).

(⁵) *Festschrift zur Feier des 150-jähr. Besteh. der K. G. d. W. zu Göttingen*, 1901 (*Math. Ann.*, t. LIX, 1904).

intérieurs à D, les points de C sont exclus ([1]). Pour tenir compte d'une remarque de M. Hadamard ([2]), je suppose que les conditions aux limites sont vérifiées par un polynome, auquel cas il existe bien des intégrales $I(u)$. Cela ne nous empêchera pas de démontrer pour tous les cas le théorème d'existence d'une fonction harmonique prenant des valeurs données au contour, pourvu que nous employions un artifice bien connu de M. Paraf.

La remarque énoncée plus haut permet de trouver des surfaces $z = u_1(x, y)$, $z = u_2(x, y)$, ... tendant vers une surface limite; mais cette surface n'est peut-être pas de la forme $z = \varphi(x, y)$, car elle contient peut-être des segments parallèles à Oz. Si l'on veut encore représenter la surface par $z = \varphi(x, y)$, il y a des points de discontinuités où φ est indéterminée entre certaines limites.

Tout d'abord, la singularité en question ne peut jamais se présenter en un point A de C s'il est possible de mener par A une droite Δ n'ayant avec C que le point A de commun. En effet, à condition peut-être de particulariser la fonction donnée sur C, ce qui est sans importance, on peut supposer que le contour commun de toutes les surfaces a un plan tangent non parallèle à Oz, au point dont A est la projection. Par l'intersection de ce plan tangent avec le plan parallèle à Oz et passant par Δ on peut faire passer deux plans φ_1, φ_2 non parallèles à Oz, entre lesquels est le contour commun des surfaces $z = u_i(x, y)$ et, par suite aussi, ces surfaces et leur surface limite.

Or on peut ramener le cas général au cas particulier qui vient d'être étudié. Si l'on remarque que la quantité à intégrer est toujours au moins égale au carré de la dérivée de u prise dans une direction quelconque, on démontrera, par un calcul élémentaire, que les directions issues d'un point P et le long desquelles les fonctions u_i ne tendent pas vers une limite continue en P forment un ensemble de mesure nulle. Par suite, par tout point P intérieur à D, on peut toujours mener trois demi-droites divisant D en trois secteurs ayant P pour sommet, l'angle au sommet étant inférieur à π, et telles que, sur ces droites, la singularité ne se produise pas en P. Donc la singularité en question ne se produit en aucun point intérieur à D.

([1]) On obtient d'ailleurs la même surface potentielle limite en étendant l'intégrale $I(u)$ aux points de $D + C$, lorsque la nature de la fonction donnée sur C le permet.

([2]) *Sur le principe de Dirichlet* (*Bul. de la Soc. math. de France*, t. XXXIV, 1906).

Ce raisonnement suffit aussi pour les points du contour C en lesquels il n'y a pas de singularité ou seulement des singularités ordinaires, mais cela serait insuffisant pour l'origine des coordonnées si ce point faisait partie de C et que l'un des arcs de C fût la spirale hyperbolique $\rho\omega = 1$.

Pour traiter le cas général il suffit de remarquer que les directions issues de P et le long desquelles la singularité indiquée se produit forment un ensemble de mesure nulle, même quand on tient compte des directions qui ne sont pas tout entières contenues dans D au voisinage de P, mais qui ont des points intérieurs à D et aussi voisins que l'on veut de P. Alors, pour tout point P de C, on peut mener des droites divisant le plan en secteurs d'angles inférieurs à π et divisant D en un nombre fini ou infini de domaines partiels; il suffit de résoudre le problème de Dirichlet pour chacun de ces domaines partiels et de remarquer que, pour tous les domaines d'un même secteur, on peut considérer les valeurs sur les contours comme limites de valeurs pour lesquelles il existe deux plans passant par P et jouant le rôle des plans Q_1, Q_2 précédemment considérés.

Cette méthode permet de démontrer l'existence d'une fonction harmonique dans un domaine et prenant des valeurs continues données à la frontière, sans aucune restriction. Rien à changer d'ailleurs si, au lieu d'une seule courbe frontière du domaine fini, il y en avait plusieurs ou même une infinité; auquel cas les valeurs données, continues sur les contours, devraient aussi appartenir à une fonction continue dans le plan.

En terminant je dois signaler des travaux récents sur le même sujet, dus à MM. Beppo Levi et Guido Fubini et dont la lecture m'a été fort utile [1].

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la non-applicabilité de deux continus à n et $n+p$ dimensions.* Note de M. **René Baire**, présentée par M. P. Appell.

Je suis parvenu à démontrer d'une façon complètement générale l'*impossibilité d'établir une correspondance biunivoque, réciproque et continue entre les points de deux domaines continus à n et m dimensions, si $m \neq n$.* En adoptant le langage de la théorie des groupes, cela établit *l'invariance du*

---

(1) Voir *Rend. del Circ. di Palermo,* t. XXII et XXIII, 1906 et 1907.

M. Fubini m'écrit qu'il vient de publier une nouvelle Note sur le même sujet, dans les *Atti dei Lincei.*

nombre des dimensions d'un continu par rapport au groupe de toutes les transformations biunivoques continues. Cette proposition, malgré son apparence intuitive, n'a été démontrée jusqu'ici que dans des cas particuliers; M. Lüroth, qui s'en est occupé à plusieurs reprises, l'a établie récemment (*Math. Annalen*, 1906), dans le cas où l'un des continus est à une, deux ou trois dimensions. D'ailleurs l'exemple de la courbe de M. Peano, qui réalise une correspondance continue (mais non biunivoque) entre deux continus à une et à deux dimensions, fait comprendre le genre de difficultés que l'on rencontre dans cette étude.

Définitions. — Entre deux ensembles *fermés* de points : E, situé dans l'espace à n dimensions G_n, et F, situé dans G_m, il y a *application* s'il existe entre leurs points une correspondance biunivoque et réciproque telle que, A étant un point variable de l'un quelconque des ensembles, tendant vers un point limite A_0, le correspondant de A (*image* de A) tend vers le correspondant de A_0.

Deux ensembles pris dans E et dans F et tels que tout point de l'un a son image dans l'autre seront dits *images* l'un de l'autre. Un ensemble *fermé* a pour image un ensemble *fermé*.

Lemme de la continuité uniforme. — *Soit deux ensembles fermés bornés,* E *dans* G_n, F *dans* G_m, *entre lesquels il y a application. Soit* $\alpha > 0$; *on considère tous les couples de points* A, A' *de* E *tels que : distance* $AA' \leqq \alpha$; *la borne supérieure* $\beta(\alpha)$ *des nombres : distance* BB', B *et* B' *étant les images de* A *et* A' *dans* F, *tend vers* 0 *avec* α.

Il s'agit de démontrer le théorème suivant :

I. *Il ne peut y avoir d'application entre deux ensembles fermés :* E *de* G_n, F *de* $G_{n+p} (p \geqq 1)$, *si* F *contient tous les points d'une sphère à* $n+p$ *dimensions.*

Ce théorème se ramène assez simplement au suivant :

II. *Dans un même espace* G_n, *soit* P *et* Π *deux ensembles applicables,* P *étant constitué par une sphère à* n *dimensions* (*intérieur et surface*). *Tout point intérieur à* P *a pour image un point intérieur à* Π. (Un point est dit *intérieur* à un ensemble fermé Π de G_n s'il est centre d'une sphère à n dimensions dont tous les points font partie de Π.)

J'indique la marche générale de la démonstration du théorème II, en supposant d'abord, pour simplifier, $n = 2$. Il y a tout d'abord lieu de faire une étude de la notion d'intérieur et d'extérieur relatifs à un contour polygonal fermé; cette étude se fait en adoptant le point de départ de M. Guichard (*Géométrie*, chapitre traitant de la Géométrie de situation). Si L est

un contour polygonal plan fermé, ayant ou non des points de croisement, si M est un point du plan non situé sur L, une demi-droite variable passant par M coupe L en un nombre de points *toujours pair* ou *toujours impair;* M est *extérieur* à L dans le premier cas, *intérieur* dans le second. Tout point intérieur (extérieur) est centre d'un cercle dont tous les points sont intérieurs (extérieurs) à L. Le segment qui joint deux points, l'un intérieur, l'autre extérieur à L, contient au moins un point de L.

Soit maintenant Σ un ensemble applicable sur un cercle S; nous dirons que Σ est une *courbe fermée simple*. Inscrivons dans S une ligne polygonale de côtés moindres que ε, soit $ab\ldots ha$; joignons les points correspondants A, B, ..., HA de Σ dans le même ordre; nous constituons un contour polygonal fermé Σ_ε qui joue le rôle de *représentation approchée* de Σ, et dont on peut dire qu'il tend vers Σ si ε tend vers o. Si M est un point du plan non situé sur Σ, quand ε est assez petit, M est constamment à l'intérieur de Σ_ε, ou constamment à l'extérieur; cela permet de définir l'intérieur et l'extérieur de Σ : un point est intérieur (extérieur) à Σ s'il est intérieur (extérieur) à Σ_ε quand ε est assez petit.

On peut montrer que si Σ et Σ' sont deux courbes fermées simples, et si l'on peut les appliquer l'une sur l'autre de manière que deux points correspondants soient distants de moins de ε, tout point du plan dont la distance à l'une des courbes surpasse 2ε est, ou bien intérieur aux deux, ou extérieur aux deux.

Cela posé, soit P un cercle (intérieur et contour) de rayon un, et de centre O, applicable sur un ensemble plan Π. Soit $S_\rho (o \leqq \rho \leqq 1)$ la circonférence de centre O et de rayon ρ, soit Σ_ρ l'image de S_ρ : Π est constitué par l'ensemble des points appartenant aux diverses courbes Σ_ρ.

Considérons d'abord Σ_1, qui correspond à la frontière S_1 de P; il y a, pour Σ_1, un *intérieur.* Je démontre que *tout point intérieur à Σ_1 fait nécessairement partie de* Π; si cela n'était pas, on trouverait un cercle γ de rayon positif r, dont tous les points seraient intérieurs à Σ_1, et dont aucun point ne ferait partie de Π. Or, considérons Σ_ρ, ρ variant d'une manière continue; on peut montrer que, Σ_ρ variant dans ces conditions, un point fixe du plan ne peut passer de l'intérieur à l'extérieur de Σ_ρ qu'en se trouvant pour une certaine valeur de ρ sur la courbe Σ_ρ elle-même. D'autre part, quand ρ est assez petit, le cercle γ ne peut être qu'extérieur à Σ_ρ, tandis que, quand ρ est voisin de 1, γ est intérieur à Σ_ρ; chaque point de γ devrait donc appartenir à une des courbes Σ_ρ, par suite à Π, contrairement à l'hypothèse. Il résulte de là que tout point intérieur à Σ_1 appartient à Π.

On montre d'ailleurs que les images de deux points de P ne peuvent être, l'une intérieure, l'autre extérieure à Σ_1. Il est alors établi que Π *est identique au domaine formé par* Σ_1 *et son intérieur.* Ainsi, *dans l'application de* P *sur* Π, *les frontières se correspondent; les points intérieurs se correspondent.* Le théorème II et, par suite, le théorème I sont ainsi établis pour le cas de $n = 2$.

On conçoit que les raisonnements précédents s'étendent, sans difficulté de principe, au cas de n quelconque. Il faut tout d'abord étudier la notion d'intérieur et d'extérieur relatifs aux polyèdres dans l'espace à n dimensions, puis en déduire ces mêmes notions pour les ensembles, qu'on appellera *surfaces fermées simples,* qui sont applicables sur une sphère à n dimensions. Ces notions une fois acquises, la démonstration se fait en suivant la même voie que pour $n = 2$.

On sait combien il est difficile, dans les questions relatives aux courbes, surfaces, à leurs transformations, etc., de fixer nettement les hypothèses qui tiennent à la nature de la question qu'on traite. Presque toujours on est conduit à faire des hypothèses visiblement trop restrictives, mais, d'autre part, une hypothèse plus large rend l'application des raisonnements presque impossible. Je crois que les théorèmes qui précèdent, en montrant *l'invariance du nombre de dimensions d'un continu par rapport à toute déformation continue,* pourront dans bien des cas permettre de donner une base solide à des raisonnements plus généraux que ceux dont on est obligé jusqu'ici de se contenter. Les questions d'invariance dans la *connexion,* par exemple, sont évidemment liées à celles qui précèdent.

PHYSIQUE. — *Sur les spectres cannelés des réseaux parallèles.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

Diverses théories ont été présentées pour expliquer, dans l'expérience des réseaux parallèles, la production des franges d'interférences, c'est-à-dire des cannelures qui sillonnent les spectres lorsque la lumière, issue d'une fente étroite, tombe sur l'appareil et fait son image dans les conditions de production des spectres purs ([1]).

([1]) Ces restrictions sont nécessaires pour distinguer les franges d'interférences des franges de l'ouverture appelées aussi *franges de diffraction* et sur lesquelles je ne reviens pas ici (*Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. III, p. 362, et *Journal de Physique,* 3e série, t. III, p. 168).

Le principe de ces théories est d'ailleurs le même, c'est celui que M. Crova a formulé en attribuant ces cannelures à l'interférence des deux rayons qui ont traversé l'un des réseaux sans subir la diffraction et qui ont été diffractés, l'un par le premier, l'autre par le second réseau. Mais on peut adopter différentes hypothèses au sujet du choix des rayons qui se combinent entre eux pour interférer :

1° On peut, par exemple, prendre les deux rayons qui *sortent* de l'appareil au même point (CROVA, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. I). L'expression du retard est alors $e\left[\frac{1}{\cos r} - \frac{\cos(i+r)}{\cos r}\right]$ qui conduit dans le cas de l'incidence normale à l'équation

$$\sin\delta = \frac{2p-1}{e\mathrm{KN}}.$$

2° On pourrait aussi bien admettre que l'interférence se produit entre deux rayons qui sont *entrés* au même point, c'est-à-dire qui proviennent d'un rayon initial unique, la valeur du retard serait $e\left[\frac{1}{\cos i} - \frac{\cos(i+r)}{\cos i}\right]$ et fournirait pour l'incidence normale la relation

$$\operatorname{tang}\frac{\delta}{2} = \left(p - \frac{1}{2}\right)\frac{1}{e\mathrm{KN}}.$$

3° On pourrait encore imaginer que l'interférence se produit entre deux rayons diffractés sur les deux points qui sont les plus voisins l'un de l'autre, c'est-à-dire situés sur la même normale aux réseaux (MASCART, *Optique*, t. I, p. 490). Le retard est de la forme $e(\cos r - \cos i)$ et l'on a évidemment pour l'incidence normale la même expression que précédemment.

4° Ces hypothèses, qui conduisent toutes à des formules du même type,

$$\delta = \frac{2p-1}{e\mathrm{KN}},$$

doivent être modifiées pour rendre compte des particularités suivantes qui ont été signalées par M. Garbe (*Journal de Physique*, 1890, p. 47).

A. En déplaçant transversalement l'un des réseaux, les cannelures se déplacent.

B. En déplaçant transversalement la fente, les cannelures se transportent en sens inverse de la radiation sur laquelle elles se formaient, et, en faisant pivoter d'un angle ω le système des réseaux, les cannelures subissent dans le même sens un déplacement angulaire 2ω.

Pour interpréter la première expérience, M. Garbe fait intervenir l'interférence entre les deux rayons diffractés sur deux points *homologues* des deux réseaux; en désignant par ε l'angle de la normale avec la droite qui joint deux points homologues, il obtient pour le retard

$$\frac{e}{\cos\varepsilon}[\cos(r-\varepsilon)-\cos(i+\varepsilon)]$$

et il en déduit la loi relative au déplacement des réseaux dans le cas de l'incidence normale.

Je voudrais montrer ici que cette théorie rend compte, dans le cas général, de toutes les autres particularités du phénomène et spécialement de la loi relative au déplacement angulaire des réseaux.

Soit une cannelure qui se produit dans un spectre sur une radiation λ; on a les deux équations

$$(1)\qquad e\,\frac{\cos(r-\varepsilon)-\cos(i+\varepsilon)}{\cos\varepsilon}=(2p-1)\frac{\lambda}{2},$$

$$(2)\qquad \sin i+\sin r=\mathrm{KN}\lambda,$$

entre lesquelles nous éliminerons λ en les divisant membre à membre :

$$\frac{\cos(r-\varepsilon)-\cos(i+\varepsilon)}{\cos\varepsilon(\sin i+\sin r)}=\frac{2\sin\frac{r-i-2\varepsilon}{2}\sin\frac{r+i}{2}}{2\cos\varepsilon\cos\frac{r-i}{2}\sin\frac{r+i}{2}}=\frac{2p-1}{2}\frac{1}{e\mathrm{KN}},$$

ou, en simplifiant et en remplaçant au dénominateur le produit des cosinus par une somme de cosinus,

$$\frac{\sin\frac{r-i-2\varepsilon}{2}}{\frac{1}{2}\left(\cos\frac{r-i-2\varepsilon}{2}+\cos\frac{r-i+2\varepsilon}{2}\right)}=\frac{\tang\frac{r-i-2\varepsilon}{2}}{\frac{1}{2}\left(1+\frac{\cos\frac{r-i+2\varepsilon}{2}}{\cos\frac{r-i-2\varepsilon}{2}}\right)}=\frac{2p-1}{2}\frac{1}{e\mathrm{KN}};$$

le quotient qui figure au dénominateur et qui est de la forme $\frac{\cos(a+\varepsilon)}{\cos(a-\varepsilon)}$ est très voisin de 1, à cause de la petitesse de ε qui est toujours inférieur à l'angle φ sous lequel on aperçoit d'un des réseaux la période de l'autre; $r-i$ est d'ailleurs petit, et l'on a sensiblement

$$\frac{r-i-2\varepsilon}{2}=\frac{2p-1}{2}\frac{1}{e\mathrm{KN}},$$

et comme $\varphi=\frac{1}{\mathrm{N}e}$, on obtient enfin

$$r=\frac{2p-1}{e\mathrm{KN}}+2\varepsilon+i=\frac{2p-1}{\mathrm{K}}\varphi+2\varepsilon+i.$$

L'une quelconque de ces deux dernières formules contient toutes les lois du phénomène :

1° La présence du premier terme $\frac{2p-1}{eKN}$ ou $\frac{2p-1}{K}\varphi$ permet d'énoncer les propriétés principales relatives à l'espacement des cannelures, à l'influence de e, de N, etc. : d'une manière générale, si p augmente d'une unité, r augmente de 2φ dans le premier spectre et de $\frac{2\varphi}{K}$ dans le spectre d'ordre K.

2° Le second terme 2ε fournit la loi relative au déplacement transversal des réseaux (quatrième loi de M. Garbe) : si ε croît de φ, r augmente de 2φ, ce qui signifie que l'on passe d'une bande à la précédente dans le premier spectre, à l'antéprécédente dans le deuxième, etc.

3° Enfin le troisième terme i fournit la loi relative au déplacement transversal de la fente ou, ce qui revient au même, au déplacement angulaire des réseaux. Supposons que i croisse de ω ; pour que l'équation

$$r = \frac{2p-1}{K}\varphi + 2\varepsilon + i$$

soit encore satisfaite, il faut que r *croisse* aussi de ω ; mais alors la cannelure ne se produira plus dans la même direction r, c'est-à-dire sur la même radiation λ ; elle se produira sur une autre couleur dont la longueur d'onde λ' sera donnée par

$$\sin(i+\omega) + \sin(r+\omega) = KN\lambda'.$$

Cherchons ce qu'est devenue pendant ce mouvement la radiation λ ; si i augmente, il faut que r *diminue* pour que la condition

$$\sin i + \sin r = KN\lambda$$

soit toujours remplie, et dans les limites où les sinus peuvent être confondus avec les arcs, si i augmente de ω, r diminue de ω, la déviation $i + r$ restant toujours la même.

Prenons d'abord le cas où la variation de i est obtenue par rotation des réseaux ; la normale tourne et durant ce mouvement i augmente pendant que r diminue de la même quantité, les rayons restant invariables ; la couleur est diffractée au même point de l'écran, mais comme la cannelure se forme dans une direction qui a tourné de ω par rapport à la normale dont le déplacement angulaire est lui-même ω, l'écart total de la bande noire par rapport à sa position initiale est 2ω.

Si le phénomène est obtenu par déplacement de la fente, la normale restant invariable, r doit varier en sens inverse de i ; la couleur se déplace donc d'un côté pendant que la cannelure est entraînée de l'autre côté symétriquement par rapport à leur position initiale commune.

Ce sont les deux formes expérimentales sous lesquelles M. Garbe a établi sa troisième loi.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur un état singulier de la matière observé sur un sel chromique dissous.* Note de M. **Albert Colson**, présentée par M. Georges Lemoine.

J'ai montré que le sel vert obtenu en chauffant le sulfate chromique violet solide est polymérisé. Toutefois il semble résulter de mes expériences que la condensation est plus complète à 90° qu'à 110° (*Comptes rendus*, 28 janvier 1907, p. 206).

J'ai cherché si cette anomalie ne tenait pas à ce que les corps une fois dissous étaient rapidement altérés par le solvant. On comprendrait alors que la lente solubilité du sulfate transformé à 110°, nécessitant un long contact avec l'eau, ait notablement altéré ce produit. L'observation des points de congélation des dissolutions, faites à intervalles réguliers, confirme cette explication :

	Sel obtenu à 110°. Solution à $\frac{1}{10}$ mol.	Sel obtenu à 90°. Solution à $\frac{1}{10}$ mol.	Sel obtenu à 90°. Solution à $\frac{2}{10}$ mol.
Abaissement : aussitôt dissous..	0°,29	0°,21	»
» 3 heures après..	0,35	0,33	0,58 (29 × 2)
» 6 » ..	0,39	0,38	»
» 24 » ..	0,415	0,415	0,76 (38 × 2)

Ainsi donc, quand on dissout rapidement dans l'eau froide le sulfate vert chromique préparé soit à 110° soit à 90°, la dissolution ramenée vers 8° renferme 1^{mol} polymérisée qui se dédouble progressivement.

En d'autres termes : *La molécule verte de sulfate chromique obtenue en chauffant le sulfate violet au-dessus de 90° présente deux états dissous dans les mêmes conditions de température et de milieu : un état initial condensé de forme* $[Cr^2(SO^4)^3]^2$ *et un état normal* $Cr^2(SO^4)^3$ *provenant de la dissociation lente du précédent.*

Dans l'hypothèse de M. Van't Hoff qui assimile l'état dissous à l'état gazeux ([1]), le phénomène précédent est comparable au cas d'un solide qui, réduit en vapeur dans un espace déterminé, présenterait deux états

([1]) Ici, l'assimilation est d'autant meilleure que le sulfate vert n'est pas ionisé par le solvant.

gazeux à la même température. C'est l'inverse des vapeurs de phosphore ou de cyanogène qui correspondent à deux états solides différents : phosphore blanc et phosphore rouge dans le premier exemple, paracyanogène et cyanogène solidifié dans le second.

Ce rapprochement paraîtra plus légitime encore si je démontre la réversibilité du phénomène qui m'occupe. Avant de le faire, je remarque qu'une petite quantité de phosphore placée dans un espace vide, vers 300°, pourra se volatiliser complètement, mais la condensation ne se fera que sous une compression suffisante. De même, notre sulfate normal, résultant de la dissociation totale, ne se polymérisera et ne régénérera le sel initial que sous une concentration suffisante qui paraît très grande.

Pour y arriver, évaporons dans le vide, vers 12°, les dissolutions du sulfate vert qui correspondent à l'état normal. Nous constaterons que la masse gommeuse qui résulte de cette concentration renferme du sulfate polymérisé ; car, en dissolvant dans l'eau cette masse, au taux de $\frac{2}{10}Cr^2(SO^4)^3$ par litre, le point de congélation s'abaisse de 0°,61 au lieu de 0°,83 que donnerait le sel à l'état normal : ces nombres calculés pour $\frac{1}{10}Cr^2(SO^4)^3$ deviennent 0°,305 et 0°,415 dans cette expérience choisie parmi plusieurs autres analogues.

La polymérisation se marque encore davantage quand on pousse la concentration jusqu'à la fusion du sel dans son eau de cristallisation. Ces propriétés semblent communes à tous les sulfates verts préparés à froid, de sorte que *les sels verts chromiques normaux, dissous à froid, paraissent avoir deux états dissous dans les mêmes conditions de température et de milieu.*

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'alcoylation des cyanures métalliques.* Note de M. H. **Guillemard**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai cherché comment varient, en fonction de la température et de la durée de la réaction, les quantités de nitrile et de carbylamine formées quand on fait agir sur divers cyanures des agents d'alcoylation tels que les iodures, les sulfates alcooliques et les sulfovinates. Dans le produit de la réaction, je dosais les deux isomères à l'aide des procédés indiqués dans une précédente Note [1]. J'ai obtenu les résultats suivants :

1. *Cyanure de potassium.* — Avec l'*iodure d'éthyle,* on obtient uniquement du

[1] *Comptes rendus,* 24 décembre 1906.

propionitrile, la carbylamine qui prend naissance se combinant aussitôt à l'iodure d'éthyle.

Avec le *sulfate neutre de méthyle*, la réaction s'amorce d'elle-même, s'opère avec un grand dégagement de chaleur et de l'acétonitrile distille abondamment; la carbylamine qui se forme est détruite par l'acidité du sulfate alcoolique.

Avec les *sulfovinates*, on obtient un mélange de nitrile et de carbylamine renfermant d'autant plus de carbylamine qu'on opère à plus basse température.

2. *Cyanure d'argent.* — Avec l'*iodure d'éthyle*, il se produit au bout de 4 heures, à la température de 80°, le rendement théorique en carbylamine, sans formation de nitrile. Si l'on opère à température plus élevée ou pendant un temps plus long, le rendement diminue rapidement par suite de la dissociation de l'argentocyanure d'éthyle formé et de la combinaison à l'iodure d'éthyle de la carbylamine mise en liberté. A partir de 120°, la dissociation donne naissance à un mélange de nitrile et de carbylamine dans lequel la proportion de carbylamine décroît à mesure que la température s'élève pour s'annuler entre 150° et 160°.

Le *sulfate neutre de méthyle* ne réagit pas sensiblement sur le cyanure d'argent.

Le *sulfovinate de baryum* réagit facilement, mais le liquide qui distille ne contient aucune trace de nitrile ni de carbylamine; cette dernière est en effet détruite par l'acidité du sulfovinate, acidité non saturée, comme dans le cas du cyanure de potassium, par le facile déplacement de l'acide cyanhydrique.

3. *Cyanure de zinc.* — L'iodure d'éthyle ne réagit pas au-dessous de 150°; à cette température, il donne une faible quantité de carbylamine, et à 160°, un mélange de nitrile et de carbylamine.

4. *Cyanure de nickel.* — Ce cyanure donne avec l'iodure d'éthyle uniquement de la carbylamine jusqu'à 140°, puis un mélange de nitrile et de carbylamine au-dessus de cette température.

5. *Cyanure cuivreux.* — L'iodure d'éthyle donne uniquement de la carbylamine jusqu'à 130°; à partir de cette température il se fait un mélange de nitrile et de carbylamine dans lequel la proportion de nitrile croît avec la température.

6. *Cyanure de mercure.* — On ne recueille avec l'iodure d'éthyle qu'une faible quantité de nitrile au-dessus de 120°, la carbylamine qui se forme à partir de 100° se combinant à l'iodure d'éthyle faute de former avec le cyanure une combinaison stable.

7. *Cyanure double d'argent et de potassium.* — Ce composé qu'on doit considérer comme un argentocyanure de potassium ne réagit pas sensiblement avec l'iodure d'éthyle, mais très facilement avec le sulfovinate de potassium pour donner naissance à l'argentocyanure d'éthyle $AgNC-CNC^2H^5$. Cette réaction se rapproche donc des suivantes.

8. *Ferrocyanures de potassium, de plomb et d'argent.* — Tous ces sels se comportent de même vis-à-vis de l'iodure d'éthyle; avec des aptitudes à réagir différentes, ils donnent naissance au ferrocyanure d'éthyle déjà connu. Ce composé se dissocie dès la température de 80° en un mélange de nitrile et de carbylamine dans lequel, comme dans les cas précédents, la proportion de carbylamine passe par un maximum, puis tend vers zéro à mesure que la température s'élève.

9. *Ferricyanures de potassium et d'argent.* — Ces sels se comportent comme les précédents avec cette différence que le nitrile ne prend naissance qu'à partir de 140°.

10. *Cobalticyanures de potassium et d'argent.* — Ces sels donnent uniquement de la carbylamine jusqu'à 100°, puis un mélange de nitrile et de carbylamine au-dessus de cette température.

D'une façon générale, on peut conclure de ces faits que les cyanures soumis à l'alcoylation donnent à basse température des carbylamines, à température plus élevée un mélange de carbylamine et de nitrile, et, à partir d'une certaine température, uniquement des nitriles. Il faut donc admettre avec Nef que, à basse température au moins, les cyanures répondent à la formule MNC. Quant à la formation de nitriles à températures plus élevées, on peut émettre pour l'expliquer plusieurs hypothèses : ou bien la constitution des cyanures est modifiée par une élévation de température, un nombre de plus en plus grand de leurs molécules prenant la formule MCN, ce qui revient à les considérer comme un mélange allélotrope dont l'état d'équilibre est fonction de la température; ou bien la constitution des cyanures restant fixe, ils réagissent suivant des modes divers aux différentes températures; ou bien enfin la carbylamine qui seule prend naissance à basse température s'isomérise à température plus élevée pour prendre, avec émission de chaleur, la constitution plus stable des nitriles ordinaires. Tout porte à faire admettre cette dernière hypothèse : nous avons en effet constaté que les carbylamines s'isomérisent facilement quand on les sépare par dissociation de leurs combinaisons avec les cyanures. De nombreux faits déjà connus viennent d'ailleurs à l'appui de cette manière de voir; tels sont : la formation de benzonitrile en partant du phénylsénévol, de la diphénylthiourée ou de la formanilide, celle du cyanure d'allyle en partant de l'allylsénévol et enfin la préparation de ce dernier corps en partant du sulfocyanate de potassium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation catalytique des éthers-sels non saturés.* Note de M. G. **Darzens**, présentée par M. Haller.

J'ai déjà indiqué [1] une méthode générale de synthèse des cétones saturées $C^nH^{2n}O$ par hydrogénation catalytique des cétones non saturées $C^nH^{2n-2}O$. Il était naturel de rechercher si cette même méthode d'hydrogénation pouvait conduire, dans d'autres séries, à des synthèses de corps saturés.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, p. 152.

Le groupement $-CO^2R$ des éthers-sels étant, en général, résistant à l'hydrogénation catalytique, j'ai pensé qu'il y avait lieu de rechercher si les acides non saturés éthyléniques $C^nH^{2n-2}O^2$, ou plutôt leurs éthers, ne permettraient pas de préparer commodément les acides saturés correspondants.

L'expérience a confirmé ces vues théoriques, et cette nouvelle application de la belle découverte de MM. Sabatier et Senderens permettra de préparer des acides qu'il eût été difficile de se procurer autrement.

I. *Série grasse.* — Après avoir constaté que l'éther acrylique ainsi que le diméthylacrylate d'éthyle s'hydrogènent régulièrement et intégralement à 180°, à l'aide d'un catalyseur préparé par réduction de l'oxyde de nickel à 280° pour donner les éthers propioniques et isovalériques, j'ai généralisé ce résultat en m'adressant à d'autres éthers non saturés des plus complexes.

L'éther de l'acide œnanthylidène acétique $C^6H^{13}-CH=CH-CO^2H$ m'a donné du pélargonate d'éthyle.

Toute une série d'éthers ββ-méthylalkylacrylique du type

$$\begin{matrix} R \\ CH^3 \end{matrix} \Big> C = CH - CO^2C^2H^5$$

m'a permis de préparer les acides gras homologues de formule générale $\begin{matrix} R \\ CH^3 \end{matrix} \Big> CH - CH^2 - CO^2C^2H^5$ dont on ne connaissait qu'un petit nombre.

Je me suis procuré ces éthers acryliques disubstitués en condensant les cétones $R-CO-CH^3$ avec l'éther chloracétique et en déshydratant par l'anhydride phosphorique l'acide β-oxy obtenu.

Cette réaction, qui est une modification de la méthode de synthèse de Reformatsky, se réalise de la manière suivante :

Dans un ballon muni d'une ampoule à brome et d'un réfrigérant à reflux, on mélange ensemble 24g de magnésium en copeaux, 600g d'éther anhydre et 2g de bichlorure de mercure (1). Au bout de 24 heures de contact à froid, on fait écouler lentement un mélange équimoléculaire de la cétone à condenser et de chloracétate d'éthyle. Grâce à l'amalgamation superficielle du magnésium, la réaction ne tarde pas à s'amorcer et à se poursuivre régulièrement. Il suffit ensuite de reprendre la masse par de l'eau glacée

(1) L'emploi du bichlorure de mercure a été indiqué dernièrement dans un autre cas par MM. Béhal et Sommelet. Dans le cas actuel il ne réussit que si l'éther est rigoureusement anhydre et que l'amalgamation a duré au moins 12 heures.

acidulée d'un excès d'acide acétique et de rectifier dans le vide l'huile décantée, convenablement lavée et séchée sur le sulfate de soude (rendement 80 pour 100 environ). Pour déshydrater ces éthers on les traite en solution benzénique par 1^{mol} de P^2O^5 mélangée de deux à trois fois son poids de sable sec. Il suffit, au bout de quelques instants de chauffage au bain-marie, de décanter la solution benzénique et de la distiller sans aucun lavage préalable.

Enfin j'ai préparé l'acide undécylique normal, acide très difficile à se procurer, en hydrogénant l'undécylène carbonate d'éthyle

$$CH^2=CH-(CH^2)^8-CO^2C^2H^5,$$

corps que l'on prépare facilement par l'éthérification de l'acide provenant de la distillation dans le vide de l'huile de ricin.

II. *Série aromatique*. — L'hydrogénation catalytique des éthers cinnamiques conduit avec une grande facilité aux éthers phénylpropioniques correspondants; l'acide phénylcrotonique donne, dans les mêmes conditions, l'acide phénylbutyrique normal.

Il est remarquable de constater que l'hydrogénation s'arrête, dans les conditions où je me suis placé, au terme de l'acide saturé sans donner d'une façon appréciable l'acide hexahydroaromatique correspondant.

III. *Série hydroaromatique*. — Cette méthode présente un intérêt tout spécial dans la série hydroaromatique, ainsi que je vais le montrer par quelques exemples.

L'acide $\Delta(1.2)$ tétrahydrobenzoïque se prépare facilement à l'aide de la cyclohexanone.

En traitant la combinaison bisulfitique de cette cétone par une solution de cyanure de potassium, on obtient par double décomposition un nitrile qui, saponifié à froid par l'acide chlorhydrique, donne l'acide oxyhexahydrobenzoïque. L'éther de cet acide, déshydraté de préférence par l'anhydrique phosphorique, donne l'éther $\Delta(1.2)$ tétrahydrobenzoïque. Cet éther s'hydrogène avec la plus grande facilité entre 130°-180° pour donner l'éther de l'acide hexahydrobenzoïque facile à caractériser par son amide fondant à 182°-183°. J'ai pu préparer dans les mêmes conditions les homologues ortho, méta et paraméthylé de cet acide.

En suivant la même voie j'ai pu également préparer l'acide hexahydrophénylacétique. On condense d'abord la cyclohexanone avec le chloracétate d'éthyle en opérant comme il a été dit plus haut [1]. L'éther β-oxy est

---

[1] Cet éther a déjà été préparé par M. Wallach, mais en condensant l'éther bromacétique.

ensuite déshydraté par P^2O^5 pour donner l'acide cyclohexénacétique.

C'est cet éther qu'on hydrogène par catalyse et qui donne intégralement l'éther de l'acide hexahydrophénylacétique (ébul.: 98° — 100° sous 17^{mm}). Cet acide avait été déjà préparé par M. Freundler à l'aide d'une méthode beaucoup plus laborieuse. Les trois méthylcyclohexanones permettent de préparer, dans les mêmes conditions, les acides homologues correspondant.

On voit par ces quelques exemples la différence qui existe entre l'hydrogénation catalytique et l'hydrogénation par le sodium en présence d'alcool bouillant.

Cette dernière transforme le groupe — CO^2R en — CH^2OH (Bouveault et Blanc) tout en hydrogénant souvent les noyaux aromatiques et les fonctions éthyléniques en position αβ.

L'hydrogénation catalytique, au contraire, respecte, en général, le groupe CO^2H ainsi que les noyaux aromatiques lorsqu'ils ne sont pas encore partiellement hydrogénés. Quant à la fonction éthylénique elle est toujours hydrogénée quelle que soit sa position.

On remarquera également que ces méthodes permettent de résoudre, d'une façon pratique, la synthèse d'un acide en C^{n+2} en prenant comme point de départ une aldéhyde ou une cétone en C^n.

Je me propose de poursuivre ces recherches pour les généraliser.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des alcools primaires saturés en acides monobasiques correspondants.* Note de M. **H. Fournier**, présentée par M. Gernez.

La transformation des alcools primaires saturés en acides monobasiques possédant le même nombre d'atomes de carbone est ordinairement réalisée à l'aide du mélange chromique. Mais cette méthode donne toujours une forte proportion d'aldéhyde ou d'éther-sel, le milieu d'oxydation étant acide,

L'emploi du permanganate de potassium alcalin éviterait la production de ces corps, et l'on sait, en effet, depuis très longtemps que ce réactif change les alcools en acides. Toutefois, d'après divers auteurs, les acides formés ne sont point les acides monobasiques correspondants, ou bien, si ces derniers se produisent, ce ne serait qu'en petite quantité. C'est ainsi que suivant Chapman et Smith (*Journ. chem. Society*, 2e série, t. V, p. 301),

l'oxydation de l'alcool éthylique par le permanganate de potassium en solution alcaline ne donne que de l'acide oxalique. J'ai constaté qu'il était possible de transformer un alcool primaire saturé en acide monobasique correspondant, et cela avec un bon rendement, en employant le permanganate de potassium dans des conditions bien déterminées.

Je décrirai à titre d'exemple l'oxydation de l'alcool isobutylique.

A un mélange de 100g de cet alcool, 60g de potasse et 600g d'eau (répartis dans plusieurs ballons) on ajoute peu à peu 280g de permanganate de potassium dissous dans 9l d'eau, c'est-à-dire la quantité de ce corps susceptible de céder 2at d'oxygène par molécule d'alcool.

L'opération s'effectue à la température de 10° et il convient d'éviter tout échauffement. Après la filtration du bioxyde de manganèse et concentration du liquide, on ajoute très lentement de l'acide sulfurique : il se dégage une petite quantité de gaz carbonique, et l'acide isobutyrique, devenu libre, surnage. On le décante et on le réunit à l'éther qui a servi à épuiser la couche aqueuse inférieure. L'acide est successivement desséché sur du sulfate de sodium, privé d'éther et débarrassé des dernières traces d'eau par l'addition à froid d'une petite quantité d'anhydride phosphorique. Il est soumis finalement à la distillation : le thermomètre monte de suite à 152° et l'acide isobutyrique passe en totalité de 152° à 155°; le rendement atteint 75 pour 100 de la théorie.

J'ai fait réagir de la même manière le permanganate de potassium sur divers autres alcools primaires saturés que j'ai préparés par la méthode de M. Grignard (*Comptes rendus*, t. CXXXIV), mais en modifiant un peu le mode opératoire. Au lieu de former tout d'abord le dérivé halogéno-magnésien, d'y ajouter le trioxyméthylène, puis de chauffer à l'ébullition pendant 1 à 2 jours, je place dans le ballon à réaction le magnésium et le trioxyméthylène avec une petite quantité d'éther. J'y fais couler goutte à goutte le mélange de bromure alcoolique et d'éther, après quoi je chauffe à 40° pendant 4 à 5 heures.

En partant de l'alcool isobutylique pur et en me servant comme intermédiaires des bromures que je m'étais procurés par le procédé décrit dans un autre Mémoire (*Bul. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, p. 621), j'ai obtenu successivement :

Le méthyl-3 butanol-1 .... $CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - CH^2 - CH^2OH$

Le méthyl-4 pentanol-1 .... $CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - (CH^2)^2 - CH^2OH$

Le méthyl-5 hexanol-1 .... $CH^3 - \underset{\displaystyle CH^3}{\underset{|}{CH}} - (CH^2)^3 - CH^2OH$

Ces trois alcools, soumis à l'action de MnO^4K alcalin dans les conditions précitées, donnent les acides correspondants avec des rendements qui varient de 70 à 75 pour 100.

L'alcool propylique pur du commerce et l'alcool butylique normal que j'ai préparé en faisant réagir le bromure de propyle sur le magnésium en présence du trioxyméthylène m'ont fourni respectivement les acides propionique et butyrique normal avec des rendements tout aussi avantageux. Par contre, l'alcool éthylique m'a donné un rendement moins satisfaisant en acide acétique (50 pour 100 environ).

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la présence d'aldéhydes dans les fromages et sur leur rôle dans la formation de l'amertume.* Note [1] de MM. **A. Trillat** et **Sauton**, présentée par M. Roux.

L'un de nous a établi récemment que la présence de doses anormales d'ammoniaque et d'aldéhydes dans un vin était susceptible de lui communiquer un goût d'amertume encore perceptible à une extrême dilution [2], et il a émis l'hypothèse que l'amertume des vins malades était due à la formation d'une résine aldéhydique.

Il nous a paru intéressant de rechercher si, par analogie avec ce qui se passe pour les vins, la formation d'une résine aldéhydique n'était pas également la cause de l'amertume exagérée de certains fromages. Nous avons pu en effet nous rendre compte de la fréquence de ce cas, au cours d'une enquête faite par l'un de nous à Gorgonzola et à Septmoncel [3].

Nous avons ainsi été amenés à déceler la présence, non encore signalée, d'aldéhydes dans les fromages, à rechercher leur origine et à faire en quelque sorte la synthèse du phénomène, en reproduisant artificiellement l'amertume dans des fromages normaux, comme dans le cas du vin.

I. La présence d'aldéhydes est mise en évidence, en utilisant le mode opératoire suivant :

Mode opératoire. — 200^g de fromage sont délayés dans 200^{cm^3} d'eau distillée, introduits dans un ballon d'un litre et additionnés de 20^{cm^3} d'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$. On dis-

(1) Présentée dans la séance du 4 février 1907.

(2) *Comptes rendus*, 31 octobre 1906.

(3) Nous remercions ici M. le Professeur Menozzi, directeur de l'Institut agronomique de Milan, qui a bien voulu faciliter notre enquête à Gorgonzola.

tille 50^{cm^3} de liquide en ayant soin d'entourer le réfrigérant de glace et de recueillir le distillat par un tube effilé dans un flacon refroidi par un mélange de glace et de sel marin, pour éviter toute perte d'aldéhydes. On procède alors au dosage par la méthode colorimétrique au bisulfite de rosaniline. Voici quelques résultats se rapportant à des fromages bruts, humidité non déduite :

Nature du fromage.	Aldéhydes évaluées en aldéhyde acétique pour 1000^g.	Nature du fromage.	Aldéhydes évaluées en aldéhyde acétique pour 1000^g.
Caillé frais..........	néant	Gervais.............	néant
Brie................	12^{mg}	Gorgonzola..........	29^{mg}
Hollande............	traces	Septmoncel..........	20^{mg}
Camembert..........	traces	Montbrison..........	17^{mg}
Roquefort...........	27^{mg}	Port-Salut...........	traces
Gruyère.............	traces	Fourme d'Ambert....	27^{mg}

Il est à remarquer que les doses les plus fortes sont celles de fromages présentant, comme le Gorgonzola, un goût plus ou moins prononcé d'amertume.

L'absence totale d'aldéhydes dans le caillé et leur présence fréquente dans les fromages ayant subi la maturation nous ont donc conduits à les considérer comme des produits de fermentation.

II. Nous avons étudié l'action directe de l'aldéhyde sur les fromages, et, dans l'hypothèse de la formation d'une résine aldéhydique, nous avons cherché à reproduire artificiellement l'amertume dans une série d'échantillons non amers.

L'expérience, très facile à réaliser, consiste à abandonner, à la température du laboratoire, des tranches de fromages, sous une cloche d'une capacité de 10^l, sous laquelle on a vaporisé 4 à 5 gouttes d'aldéhyde acétique, ce qui représente une dilution d'environ $\frac{1}{1000000}$ par rapport au volume de l'air. Au bout de quelques heures, les fromages exposés prennent une teinte jaune, qui s'accentue en devenant de plus en plus rougeâtre en même temps que se développe le goût d'amertume.

Le phénomène commence par la surface pour gagner ensuite les couches centrales du fromage. En suivant attentivement le développement de la coloration et de l'amertume, on observe qu'il se produit d'abord dans les échantillons les plus alcalins. Le caillé frais, dans les mêmes conditions, ne donne lieu à aucune coloration et ne devient pas amer. Rappelons que le lait frais ne contient qu'exceptionnellement de l'ammoniaque(1).

Des expériences comparatives nous ont démontré que les phénomènes

(1) *Comptes rendus*, 8 mai 1905.

de coloration et d'apparition de l'amertume étaient distincts et que la présence de l'oxygène pouvait activer la coloration sans augmenter l'amertume. On en a la preuve en exposant des tranches de divers fromages à l'action de vapeurs d'aldéhyde acétique, sous deux cloches de mêmes dimensions, avec ou sans air.

III. Le dosage des aldéhydes dans les fromages donne, en outre, lieu à une remarque intéressante. Les proportions d'aldéhydes, qui sont exprimées dans le Tableau précédent, ont été évaluées en suivant le mode opératoire décrit par les auteurs de la méthode, c'est-à-dire en pratiquant l'examen colorimétrique après un temps déterminé, correspondant généralement au maximum de coloration des liqueurs aldéhydiques types. Nous avons observé que le maximum de coloration de nos distillats se produisait au bout d'un temps plus long ([1]). Le dosage effectué à ce moment fournit des chiffres beaucoup plus élevés d'aldéhydes. (Exemple : Brie, 80^{mg} pour 100; Roquefort, 150^{mg} pour 100; Septmoncel, 210^{mg} pour 100).

Les fromages pouvant contenir de petites quantités d'alcool par suite de la fermentation du lactose sous l'influence de certaines levures, comme l'ont indiqué Duclaux, Adametz, Kayser et Mazé, on est conduit à admettre l'existence d'acétals qui contribueraient à la formation des bouquets des fromages. On sait en effet avec quelle facilité les aldéhydes et les alcools de la série grasse peuvent se combiner. Nous avons en outre vérifié que les acétals n'étaient que lentement décomposés par le bisulfite de rosaniline, ce qui explique le retard observé dans le maximum de nos colorations.

En résumé, nos essais démontrent la présence d'aldéhydes dans les fromages; ils établissent la relation qui existe entre leur présence et l'apparition de l'amertume; enfin ils font entrevoir aussi l'analogie du rôle des aldéhydes dans le vieillissement des vins et la maturation des fromages.

([1]) La distillation du fromage peut favoriser la formation comme la décomposition des acétals, la réaction étant réversible. L'évaluation même des aldéhydes par les méthodes colorimétriques les plus perfectionnées présente d'autre part de nombreuses causes d'erreur : nous avons pris des précautions pour les diminuer le plus possible.

MÉDECINE. — *Sur des courants alternatifs de périodes variées correspondant à des sons musicaux et dont les périodes présentent les mêmes rapports que les sons; effets physiologiques de ces courants alternatifs musicaux rythmés.* Note de M. **Maurice Dupont**, présentée par M. d'Arsonval.

J'ai cherché à reproduire sous la forme d'un courant alternatif la série des vibrations qui correspond à une série de sons musicaux; le courant alternatif ainsi obtenu reproduit, sous la forme d'un courant périodique varié, le tracé des vibrations sonores correspondantes d'une phrase musicale.

Ce courant alternatif est composé de périodes dont la fréquence correspond au nombre de vibrations du son, autrement dit, à la hauteur du son, si bien qu'un son aigu fournira un courant à *vibrations rapides*, alors qu'un son grave donne un courant à *longues périodes*.

Ce courant alternatif présente des phases successives composées, les unes de périodes rapides, les autres de longues périodes et les rapports de ces phases de périodes variées sont entre eux comme les intervalles des sons.

De telle sorte que le courant alternatif correspondant à une gamme se compose de périodes dont le nombre et les rapports correspondent au son et aux rapports des notes de la gamme; ce courant alternatif est donc bien un courant périodique *musical rythmé*.

L'appareil se compose d'un phonographe sur lequel est adapté un microphone *Ducretet*, actionné par des accumulateurs.

Sur le cylindre j'inscris une gamme; lorsque l'appareil fonctionne, le microphone fournit un courant alternatif dont le nombre de périodes correspond exactement aux vibrations sonores. Dans le circuit du microphone, j'ai introduit l'inducteur d'une bobine à chariot de du Bois-Reymond sur laquelle j'ai supprimé l'interrupteur. A l'aide de ce transformateur, j'obtiens des courants alternatifs qui peuvent être réglés à volonté pour les faire passer dans l'organisme.

Ce courant alternatif correspondant à la gamme se compose de huit sections de périodes dont les rapports sont entre eux comme les intervalles des sons. Ce courant alternatif présente donc bien la formule d'une gamme; c'est donc bien un courant rythmé ou musical.

Si je substitue à la gamme un morceau de musique, une *marche*, le courant alternatif produit par son passage dans l'organisme, l'impression de cette marche.

Il n'est pas douteux que par l'éducation on puisse reconnaître tel ou tel

morceau musical transformé en un courant alternatif traversant les tissus, voire même utiliser ce procédé chez les sourds-muets.

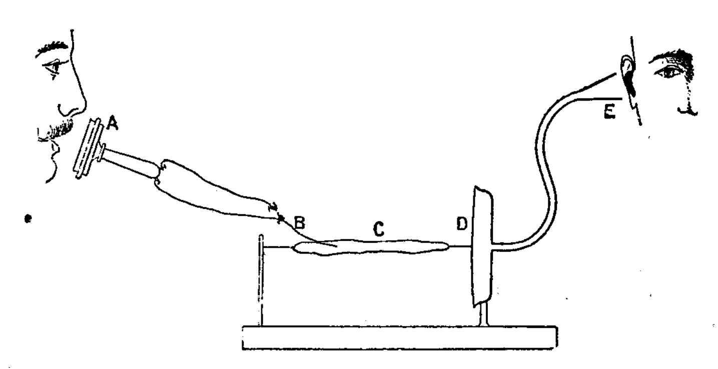
J'ai entrepris une série de recherches sur les effets physiologiques que peuvent provoquer ces *courants rythmés* sur le système nerveux. Il y a lieu de rechercher une formule de ces courants rythmés susceptible de répondre soit à l'élément douleur, soit à l'élément trophique et il paraît possible de prévoir des courants alternatifs périodiques *accordés* de telle sorte avec la cellule nerveuse, qu'on puisse obtenir des phénomènes de *sédation* ou d'*excitation*, des phénomènes d'*inhibition* et d'*anesthésie*.

Remarques à l'occasion de la Communication de M. Maurice Dupont; *par* M. d'Arsonval.

Il ne faut pas s'étonner que les nerfs et les muscles puissent répondre aux excitations si nombreuses et si variées résultant du dispositif décrit ci-dessus.

J'ai en effet démontré depuis longtemps (*Société de Biologie*, 4 juillet 1885) qu'en excitant un muscle par un courant alternatif provenant d'un microphone, actionné par la voix humaine, on arrive à faire reproduire à ce muscle le chant et même la parole.

C'est l'expérience à laquelle j'ai donné le nom de *muscle téléphonique* et que reproduit la figure ci-dessous. En A se trouve un téléphone ou un



microphone à bobine d'induction devant lequel on chante. Le courant microphonique excite le nerf B d'une patte de grenouille. Le muscle C est attaché au centre d'un diaphragme D dont les vibrations provoquées par les mouvements de la fibre musculaire reproduisent le chant qu'on perçoit en E.

Cette expérience montre que, contrairement à ce que l'on croyait, d'après l'examen des tracés myographiques, le nerf et le muscle répondent aux excitations électriques les plus variées et les plus compliquées.

En employant un phonographe pour ébranler le microphone, comme le fait M. Dupont, on peut se placer toujours dans les mêmes conditions d'excitation; mais il semble impossible de donner la mesure de cette excitation en raison même de son extraordinaire complexité.

PHYSIOLOGIE. — *Des phénomènes d'adaptation biologique par anticipation rythmique.* Note de M. **H. Piéron**, présentée par M. Alfred Giard.

Un animal qui s'adapte à un milieu complexe se modifie de telle façon qu'il évite certaines réactions de ce milieu, menaçantes pour son intégrité biologique. Il anticipe ainsi, d'une façon qui pourrait paraître heureuse si elle n'était pas une condition de la persistance de sa vie et sans laquelle, dans la plupart des cas, il ne pourrait même pas exister, sur des événements ultérieurs. Mais ce phénomène d'anticipation semble se présenter sous deux aspects très différents; ou bien il se produit sous l'influence d'une excitation déterminée, et dans ce cas on peut l'appeler *réflexe;* ou bien il apparaît spontanément suivant une périodicité plus ou moins régulière, et il apparaît dès lors comme véritablement *rythmique.*

C'est ainsi que, en dehors des cas d'adaptation permanente, on peut distinguer l'adaptation de la Sole, qui prend la couleur du fond sableux sur lequel elle vient se poser, et la *Convoluta* qui, d'après les études de M. Bohn, monte à la surface des plages ou redescend en profondeur aux heures des basses mers et des hautes mers et continue alors même qu'elle est placée dans un milieu soustrait à l'influence des marées.

Il est dès lors intéressant de noter qu'il existe des transitions entre l'anticipation réflexe et l'anticipation rythmique, comme cela résulte d'études faites sur l'*Actinia equina,* indépendamment, par M. Bohn et par moi-même [1].

J'ai pu mettre en évidence en effet, dans une étude complète sur les facteurs capables de provoquer l'ouverture ou la fermeture de cette Actinie, un mécanisme d'anticipation réflexe dans la manière dont elle se com-

---

(1) Cf. *Comptes rendus de la Société de Biologie,* t. LXI, p. 658 et suiv., séance du 22 décembre 1906.

porte vis-à-vis de la mer descendante. Les Actinies se ferment alors qu'elles sont encore entièrement plongées dans l'eau et que l'agitation des vagues assure une aération intense capable, en d'autres circonstances, de provoquer au contraire leur épanouissement. Mais il suffit d'agiter artificiellement l'eau autour de ces Actinies closes, avec plus de force et plus de continuité que la vague, pour les faire à nouveau s'épanouir et rester épanouies cette fois définitivement dans des mares, après le départ de la mer, tant que l'oxygène ne leur fera pas défaut. Une augmentation d'agitation de l'eau fait donc épanouir l'Actinie; une décroissance d'agitation, signe précurseur de la désoxygénation ou de la déshydratation impliquée par le départ de la mer, les fait se fermer par une anticipation réflexe, liée à un symptôme précurseur.

Mais, lorsque les conditions d'habitat des Actinies présentent, à de hauts niveaux, sur parois lisses de rochers, des différences extrêmement tranchées entre la haute mer et la basse mer, l'Actinie en arrive à se fermer et à s'épanouir à mer descendante et à mer montante, sous l'influence d'excitations externes de plus en plus faibles et même, comme l'a montré M. Bohn, en dehors de toute excitation : le rythme parallèle aux marées se continue quelque temps chez les Actinies en aquarium, soustraites à l'influence des marées. L'anticipation, de réflexe qu'elle était, a donc pu devenir rythmique, en sorte que, par suite des modifications du milieu, il se produit une véritable mésadaptation, le phénomène anticipé ne se produisant plus.

Une telle mésadaptation se rencontre également dans des phénomènes rythmiques tels qu'on en constate chez les animaux supérieurs. C'est ainsi que nous avons montré, M. Toulouse et moi, que le rythme nycthéméral de la température humaine, adapté au cycle périodique de l'activité, se continuait un certain temps, malgré le renversement de ce cycle de l'activité, avant de s'adapter aux conditions nouvelles ([1]).

Il s'agit dans ce dernier cas d'un rythme physiologique journalier tel que les organismes supérieurs en présentent beaucoup d'autres, rythmes circulatoire, respiratoire, sécrétoire même, et sexuel, en sorte qu'il y ait, suivant une comparaison de Boldireff, comme un chronomètre organique où seraient marqués des secondes, des minutes, des heures, des jours et des mois. Or, ces rythmes ont la plupart ce caractère d'être également anticipateurs : la respiration précède l'accumulation de CO^2 dans le sang (capable en cas d'engourdissement cérébral de provoquer le réflexe respi-

([1]) Cf. *Comptes rendus,* séance du 24 décembre 1906.

ratoire suivant le type de Cheyne-Stokes), l'alimentation, sous l'influence de la faim, précède le besoin réel des tissus en substances alimentaires; l'endormissement précède le réel besoin de sommeil (qui ne se manifeste que très rarement à cause de cette prévoyance de luxe, et qui répond à des facteurs physiologiques imposant, sous peine de mort, la nécessité du sommeil). Seulement ces rythmes d'anticipation physiologique ont ce caractère commun d'êtres capables, par suite de ce fait qu'ils représentent une adaptation au milieu intérieur, d'entraîner une modification du milieu; tandis que l'Actinie, qu'elle rentre ou non ses tentacules à marée descendante, sera abandonnée sur le rocher ou dans la mare en des conditions défavorables qu'il ne dépend pas d'elle de changer, l'animal qui respire avant qu'il se soit produit dans ses milieux une accumulation de CO^2 empêche cette accumulation de se produire.

Mais cette légère différence n'empêche pas l'analogie profonde dans le processus d'adaptation rythmique; il existe, dans les deux cas, de véritables rythmes d'adaptation qui correspondent à des phénomènes qu'on est en droit d'appeler des *phénomènes de mémoire* (1).

Il ne faudrait d'ailleurs pas s'exagérer la spontanéité de ces rythmes, leur indépendance vis-à-vis des conditions extérieures; en effet, il se produit bien, semble-t-il, des résistances tendant à ramener un état d'équilibre stable, il se produit ce qu'on pourrait appeler, au sens vulgaire, *un phénomène d'inertie*, et qui nécessite une intervention des phénomènes extérieurs pour entretenir le rythme; sans quoi la périodicité s'atténue, s'amortit et disparaît, pour céder la place, en certains cas, à de nouveaux rythmes (2). Il n'y a donc jamais indépendance complète de l'organisme vis-à-vis du milieu, et les mésadaptations dues, à une anticipation sur un phénomène qui ne se produit plus, ne durent pas.

---

(1) Il se produit, dans ces phénomènes d'adaptation par anticipation, une utilisation du passé pour la détermination, avantageuse à l'organisme, de l'avenir, et cela s'applique au fond à tous les degrés de différenciation et d'évolution, depuis la cellule nerveuse de l'Actinie jusqu'aux centres cérébraux de l'homme, depuis la réaction aux marées jusqu'à notre propre prévision scientifique.

(2) L'Actinie en aquarium ne tarde pas à ne plus suivre les variations des marées par des modifications parallèles; elle tendrait, selon M. Bohn, à suivre un rythme déterminé par la succession du jour et de la nuit. Les singes soumis à des conditions monotones d'existence ont eu, d'après les expériences de Galbraith et Simpson, une courbe thermique nycthémérale dont les ondulations se sont peu à peu atténuées jusqu'à devenir une droite.

Ainsi, dans ce mécanisme adaptatif, les organismes, à quelque degré qu'ils soient placés de l'évolution, tendent, lorsque le milieu extérieur ou intérieur est soumis à des variations périodiques, à suivre ces variations par des modifications parallèles, à une indépendance de plus en plus grande vis-à-vis du milieu, par suite d'un phénomène de mémoire, mais sans que jamais cette indépendance puisse être complète [1].

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'anesthésie par l'éther; parallèle avec l'anesthésie chloroformique.* Note de M. **Maurice Nicloux**, présentée par M. A. Dastre.

J'ai publié, il y a environ une année, une série de recherches sur l'anesthésie par le chloroforme [2]. Ayant pu établir une méthode rapide et très suffisamment exacte de dosage de l'éther dans le sang et les tissus, j'ai entrepris une série d'expériences parallèles sur l'éther. C'est l'ensemble de celles-ci que j'ai l'honneur de soumettre aujourd'hui à l'Académie.

Je résumerai tout d'abord en quelques lignes la méthode de dosage.

Le sang ou les tissus sont additionnés de sept à huit fois leur poids d'une solution saturée d'acide picrique et d'un peu d'acide picrique en nature, le tout est placé dans un ballon et distillé dans l'appareil de Schlœsing. L'éther distillé est recueilli dans l'eau où il se dissout sans perte étant données les faibles quantités (quelques milligrammes) mises en expérience, puis dosé dans le distillat par le bichromate de potasse, en suivant la technique que j'ai indiquée il y a une dizaine d'années pour l'alcool éthylique [3]. Je me suis assuré, naturellement, que l'éther était la seule substance capable de provoquer la réduction du bichromate et que le distillat ne renfermait ni aldéhyde acétique ni alcool éthylique [4], ce qui, soit dit en passant, permet d'affirmer que l'éther ne se transforme pas en alcool dans l'organisme.

---

(1) Ce mécanisme paraît bien une fonction du système nerveux. Cependant, on doit noter que Demoor, dont les expériences devraient être reprises, croit l'avoir retrouvé dans les cellules hépatiques, bien spécialisées pourtant, chez les Métazoaires supérieurs.

(2) La méthode de dosage, qui en est la base, a été décrite dans ses grandes lignes dans ce recueil (*Comptes rendus,* t. CXLII, 1906, p. 163), les détails de la méthode et les résultats des recherches dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie,* t. LX, 1906, p. 88, 91, 93, 144, 147, 193, 206, 248, 295, 320, 323, 373, 720.

(3) Voir les détails et les résultats des expériences de contrôle (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* t. LXI, 1906, p. 577, 606).

(4) Pour pouvoir être absolument affirmatif sur ce point, il fallait arriver à séparer *quantitativement* de petites quantités d'alcool éthylique et d'éther dissous dans l'eau; j'y suis parvenu de la façon suivante. On fait passer un courant d'air à travers la

Voici maintenant les résultats de mes expériences, toutes faites sur des animaux de même espèce (chiens).

Quantités d'éther dans le sang au seuil de l'anesthésie, pendant l'anesthésie, au moment de la mort. — Ces quantités oscillent, avec quelques variations individuelles, dans les limites suivantes :

Seuil de l'anesthésie....	105^{mg} à 110^{mg} d'éther pour 100^{cm^3} de sang	
Anesthésie déclarée....	130^{mg} à 140^{mg}	id.
Mort.................	160^{mg} à 170^{mg}	id.

Élimination de l'éther. — Dès que l'administration de l'éther a cessé, l'agent anesthésique disparaît rapidement du sang, comme le montrent les expériences suivantes; les nombres ci-dessous représentent les quantités d'éther en milligrammes pour 100^{cm^3} de sang :

	Exp. I.		Exp. II.	Exp. III.
Temps.	Sang artériel.	Sang veineux.	Sang artériel.	Sang artériel.
Début de la respiration de l'air pur.............	115	102	159	138
3 minutes après.........	71,5	92	108	86,5
5 »	63	80,5	80	73,5
15 »	52,5	58,5	58	56
30 »	35	40	41	29
1 heure................	25	27,5	21	19
2 »	»	»	4	6
4 »	»	»	»	0

Partage de l'éther entre les constituants du sang : globules et plasma. — Si l'on considère les quantités absolues, l'éther se répartit à peu près d'une façon uniforme entre les globules et le plasma, avec un léger avantage en faveur des globules. Toutefois, si l'on considère les quantités relatives,

---

solution chauffée d'alcool et d'éther, l'air chargé de vapeurs de ces deux corps passe alors à travers sept barboteurs de Villiers; les trois premiers placés dans de l'eau à 40° et renfermant de l'eau distillée retiennent tout l'alcool; les quatre derniers, placés à la température ordinaire et renfermant de l'acide sulfurique pur étendu de son volume d'eau, retiennent tout l'éther. Les détails et la justification de cette technique très simple, ainsi que son application au distillat du sang, sont exposés respectivement dans les *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXI, 1906, p. 665, et t. LXII, 1907, p. 186.

c'est-à-dire celles qui sont fixées par le même volume de globules ou de plasma, la différence est cette fois en faveur du plasma [1].

Fixation de l'éther par les tissus. — Voici le Tableau qui résume ces expériences; les nombres qui y sont inscrits représentent les quantités d'éther en milligrammes pour 100g de chacun des tissus mentionnés dans la première colonne :

		Expériences.					
Tissu étudié.		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Sang artériel		161	»	175	176	165	164
Sang veineux		»	166,5	169	»	160	»
Cerveau		160	157	163	»	153	157
Bulbe		167	158	151	158	156	156
Foie		102	139	124	142	138	»
Rein		125	»	138	140	133	»
Rate		111	131	107	132	105	»
Cœur		131	149	128	149	132	»
Muscle		»	120	102	100	118	»
Graisse	*a*. Sous la peau	»	»	93	»	118	»
Graisse	*b*. Épiploon	256	363	135	»	307	»
Graisse	*c*. Adhérente aux reins.	371	400	325	»	314	»

Tous les tissus renferment donc une quantité notable d'éther au moment de la mort par cet anesthésique; parmi eux le cerveau et le bulbe avec des quantités égales (les différences, quand elles existent, sont de l'ordre d'erreurs d'expériences et de sens contraire), en renferment le plus; ils tiennent vraisemblablement cette propriété de la forte proportion de substances de composition chimique voisine de celle des graisses qu'ils contiennent. J'ai mis à part le tissu adipeux qui est capable de fixer de très grandes quantités d'éther, ce qui est tout à fait en rapport avec la propriété que possède l'éther de dissoudre les corps gras et réciproquement.

Parallèle de l'anesthésie par l'éther et le chloroforme. — En rapprochant les résultats expérimentaux qui viennent d'être exposés de ceux que j'ai obtenus dans mon étude de l'anesthésie par le chloroforme, on peut formuler les conclusions suivantes :

1° Les quantités absolues d'éther contenues dans le sang lors de l'anesthésie par cette substance sont plus grandes que les quantités absolues de chloroforme dans l'anesthésie chloroformique.

2° L'éther s'élimine, relativement, plus rapidement que le chloroforme.

---

(1) Voir les détails des expériences (*Société de Biologie*, t. LXII, 1907, p. 160).

3° L'éther se répartit d'une façon sensiblement égale entre les globules et le plasma; le chloroforme a, au contraire, une affinité élective pour les globules qui en renferment, en quantité absolue, 7 à 8 fois plus que le plasma.

4° Dans l'anesthésie par l'éther, les proportions d'éther fixées par le cerveau et par le bulbe sont égales; dans l'anesthésie par le chloroforme, le bulbe renferme 1,5 fois plus de chloroforme que le cerveau.

PATHOLOGIE ANIMALE. — *Lympho-sarcome du chien.* Note de M. **A. Borrel**, présentée par M. Roux.

San Felice, Duplay et Cazin, Smith et Washburn, White, Sticker, Bashford, Murray et Cramer ont étudié une tumeur du chien, tumeur cancéreuse inoculable, qui siège soit au vagin, soit sur le pénis et qui paraît être assez fréquente. Elle est spontanément inoculable de chien à chienne ou *vice versa* de chienne à chien par le coït.

Cette tumeur, au point de vue histologique, est un sarcome typique; elle est constituée par des accumulations de cellules rondes, formant des nids alvéolaires plus ou moins développés et envahissant de proche en proche les tissus sains : elle atteint parfois des dimensions considérables.

Elle est inoculable en série de chien à chien, comme l'ont montré les expériences de Sticker, Bashford, Ewing, etc.

San Felice avait incriminé les blastomycètes comme cause étiologique.

Nous avons eu à notre disposition une tumeur spontanée de ce type, tumeur toute jeune en voie d'évolution, grosse à peine comme une noix, siégeant sur la vulve d'une chienne. Énucléée entièrement, la tumeur a pu être étudiée sur des coupes totales.

Nous avons constaté dans la zone d'envahissement, dans les glandes sous-cutanées et dans les digitations épithéliales profondes, partant de la surface cutanée, la présence de parasites, probablement des larves d'acariens, en grand nombre.

Ces larves peuvent sortir du tissu épithélial et, lorsqu'elles passent dans le tissu sous-jacent, deviennent le centre de réactions phagocytaires. D'abord à polynucléaires, les nodules qu'elles déterminent se tranforment peu à peu et prennent l'aspect typique des nodules de la tumeur caractéristique.

L'étude morphologique est tout à fait en faveur du rôle de ces larves comme agents d'inoculation; leur présence expliquerait très bien la contagion possible par les voies naturelles, surtout par le coït, et le siège cons-

tant des tumeurs de ce type sur le vagin ou le pénis. Ces constatations morphologiques demandent une confirmation expérimentale; il est toujours possible, en effet, de penser à une infection surajoutée et d'objecter que les larves en question se sont accidentellement introduites au niveau d'une tumeur existant déjà.

Des essais de contamination sont en voie d'exécution et permettront ultérieurement de confirmer ou d'infirmer notre hypothèse.

Je tiens néanmoins à signaler le fait, pour que les observateurs qui auraient à leur disposition un pareil matériel d'étude, tumeur au début, soient à même de vérifier cette constatation, et de rechercher des parasites de ce type dans le lympho-sarcome du chien.

GÉOLOGIE. — *Découverte de l'Aquitanien marin dans la partie moyenne de la vallée du Rhône.* Note de **M. L. Joleaud**, présentée par M. de Lapparent.

On admettait, jusqu'ici, que la mer aquitanienne n'avait pas sensiblement dépassé, en face du sillon rhodano-languedocien, le littoral actuel de la Méditerranée. Tout au plus semblait-elle avoir un peu empiété sur la terre ferme d'aujourd'hui, au voisinage de Montpellier et de Marseille.

Par contre, il était établi que la mer de l'Oligocène supérieur avait pénétré assez avant sur le continent européen, en Aquitaine (faluns de Bazas), dans la vallée du Guadalquivir, dans le Vicentin (couches de Schio), en Autriche (couches de Horn).

La vallée du Rhône restait ainsi, en quelque sorte, une exception parmi les dépressions géosynclinales, en ce qu'elle paraissait avoir échappé à l'invasion marine de la fin des temps éogènes.

Or, nos dernières recherches nous ont montré, au contraire, que notre région s'était comportée à cette époque absolument comme les autres contrées subalpines.

La coupe suivante, relevée aux environs de Vacqueyras, prouve en effet, d'une façon fort nette, l'existence de l'Aquitanien marin dans le Vaucluse :

5. Mollasse gréseuse, parfois un peu calcaire, avec intercalations sableuses : *Pecten præscabriusculus, Ostrea, Arca,* Bryozoaires, etc. (7^m);

4. Marnes bleues feuilletées très fossilifères : *Amussium subpleuronectes, Amussium sp., Venus, Cytherea, Tellina, Lutraria, Brissopsis,* Polypiers, Foraminifères,

dents et écailles de Téléostéens. Associés à ces fossiles franchement marins, s'observent des *Potamides* du groupe *Lauræ*, ainsi que d'autres fossiles du gisement oligocène de la fontaine de Vaucluse (60^m);

3. Conglomérat de galets roulés, percés de trous de Lithophages et recouverts d'une patine verte : la plupart sont siliceux, quelques-uns calcaires (15^m);

2. Conglomérat de petits cailloux siliceux ou calcaires (5^m);

1. Ensemble argilo-sableux, multicolore, sans fossiles (16^m).

L'âge burdigalien de l'assise 5 étant rigoureusement établi par la présence du *Pecten præscabriusculus*, on peut ranger dans l'Aquitanien l'assise marneuse 4, comme le prouve d'ailleurs l'étude comparative de la faune de Vacqueyras et de celle de certaines couches oligocènes de Carry, près Marseille.

Les conglomérats subordonnés aux marnes (assises 2 et 3 de la coupe) marquent le début de la phase transgressive des mers tertiaires dans le Comtat.

D'autre part, le fait que nous avons trouvé des *Potamides* du groupe *Lauræ* dans les marnes de Vacqueyras doit les faire considérer comme contemporaines des calcaires à faune saumâtre de la fontaine de Vaucluse. Or, vers Saumanes, ces derniers sédiments passent sous la mollasse rouge à *Helix Ramondi* (Aquitanien supérieur lagunaire). L'absence de cette dernière assise, aux environs de Vacqueyras, montre la continuité de la sédimentation marine dans cette contrée pendant toute la période aquitanienne.

Notre région, à la fin des temps éogènes, était donc occupée par une fosse marine *profonde*, dont l'axe était situé un peu à l'est de celui de la vallée actuelle. Des cours d'eau, d'importances diverses, y entraînaient, avec les coquilles des Potamides qui habitaient les eaux saumâtres du voisinage, de nombreux débris végétaux dont nous retrouvons aujourd'hui les restes, assez mal conservés d'ailleurs, dans les marnes de Vacqueyras.

Au nord, à l'est et à l'ouest de la dépression occupée par les eaux marines, s'étalaient de vastes lagunes où se déposaient des calcaires marneux, tels que celui de la fontaine de Vaucluse. Dans la suite, les conditions de la vie devinrent difficiles dans ces milieux saumâtres, et, aux calcaires à Potamides, vinrent se superposer les marnes et les calcaires rougeâtres à *Helix Ramondi*, lesquels ne renferment plus que des coquilles terrestres.

Enfin, sous la large poussée transgressive des eaux marines burdigaliennes, les marnes à *Amussium subpleuronectes* et les calcaires à *Helix Ramondi*

furent pareillement recouverts par la mollasse très détritique à *Pecten præscabriusculus* du pied du Ventoux.

GÉOLOGIE. — *Mesures géothermiques effectuées dans le bassin du Pas-de-Calais.* Note ([1]) de M. **Félix Leprince-Ringuet**, présentée par M. Barrois.

Au cours des dernières années, un grand nombre de sondages ont été effectués dans le midi du bassin du Pas-de-Calais. Plusieurs d'entre eux ont atteint le terrain houiller, mais à d'assez grandes profondeurs, entre 700^m et 1400^m. Ce terrain est recouvert, dans cette région, non seulement par la craie, mais aussi par des terrains anciens, dévonien inférieur et silurien, qui, venant du sud, l'ont retroussé, ainsi parfois que le calcaire carbonifère et le dévonien supérieur sous-jacents. Il était intéressant de savoir dans quelle mesure l'élévation de la température des roches influerait sur les conditions d'exploitation de ce gisement profond. C'est ce qui a conduit le service local des Mines à entreprendre quelques mesures géothermiques, avec le concours des sociétés intéressées.

Pour tirer de ces expériences des résultats offrant un certain caractère de généralité, nous avons remarqué que, s'il n'existe pas de source de chaleur sur la verticale d'un sondage (une telle source pouvant être réalisée, par exemple, par une circulation d'eau souterraine), le flux de chaleur doit être dirigé sensiblement suivant cette verticale et y avoir, dans les limites des profondeurs d'expérience, soit jusqu'à 1500^m, une valeur constante par unité de surface. Ce flux peut s'écrire $q = k\frac{dV}{dh}$ en appelant k la conductibilité du terrain et V sa température à la profondeur h; comme le degré géothermique n est, par définition, égal à $\frac{dh}{dV}$, on en déduit $n = \frac{k}{q}$.

Le degré géothermique doit ainsi, dans une région dont la constitution est assez régulière pour que q y soit constant, donner la mesure de la conductibilité. Aussi avons-nous cherché à déterminer le degré propre à chaque nature de terrains.

([1]) Présentée dans la séance du 4 février 1907.

Pour faire les expériences, nous nous sommes servi d'un obus allongé en acier, suffisamment résistant, qui se visse au bas des tiges du sondage. On y plaçait d'abord des thermomètres à poids, à pointe capillaire. Après expérience, la température atteinte était mesurée en les réchauffant lentement jusqu'à apparition puis séparation d'une goutte de mercure. Cette méthode, déjà employée ailleurs, donnait lieu à de sérieuses difficultés d'exécution, provenant notamment de la nécessité de faire préparer à Paris de nouveaux thermomètres avant chaque essai, qui nous ont fait y renoncer. Elle permettait généralement d'ailleurs d'avoir le $\frac{1}{10}$ de degré. Nous avons alors fait usage de thermomètres à maxima à étranglement, fort durs, très légers, très courts, chacun n'embrassant qu'une échelle de 16°, à suspension extrêmement élastique en fil de laiton. Nous avons vérifié, par plusieurs expériences, la concordance parfaite des deux méthodes. Nous avons vérifié également que la température, relevée en cours d'approfondissement du sondage, après une interruption de 40 heures dans l'injection de l'eau, était identique à celle obtenue, à profondeur égale, au cours du remblayage au bout de plusieurs mois. Il a été constaté enfin que la température mesurée n'est exacte que si toute circulation d'eau est impossible au voisinage de l'obus, et notamment si celui-ci se trouve au fond du trou.

Nous avons obtenu les résultats suivants :

A Vimy (Coupe : 138^m, dévonien ; 742^m, silurien ; 852^m, houiller), à 220^m, 15° ; à 330^m, 16°,8 ; à 954^m, 27°,5 ; à 1084^m, 32°,0 ; à 1243^m, 37°,7.

A Fresnoy (Coupe : 119^m, dévonien ; 1179^m, silurien ; 1309^m, houiller), à 130^m, 13°,4 ; à 1200^m, 32°,2 ; à 1309^m, 34°,4 ; à 1364^m, 35°,9.

A Liévin, puits n° 6 (Coupe : 140^m, dévonien ; 284^m, silurien ; 473^m, houiller), la Société houillère de Liévin a mesuré : 15°,5 à 178^m ; 19°,0 à 378^m ; 20°,8 à 478^m ; 26°,6 à 702^m.

Nous avons admis pour température moyenne de la surface du sol 9°,9 (9°,98 à $0^m,30$ à Arras).

Calculé d'après ces résultats, le degré géothermique du silurien et du dévonien a été trouvé de 50^m, 56^m, 56^m, 57^m et 61^m ; sa valeur moyenne ressort à $56^m,6$; l'écart moyen est inférieur à 3 pour 100. Le chiffre ainsi obtenu est énorme en regard de la moyenne de 31° généralement admise ; il est l'indice d'une grande conductibilité. Ces terrains se composent de successions répétées de schistes argileux et de grès passant aux quartzites.

Dans le crétacé, nous trouvons 29^m, 39^m et 37^m, résultats assez divergents pour des raisons encore incomplètement élucidées ; dans le houiller, de même, 28^m, 29^m, 37^m et 40^m. Dans ce terrain, une série de 8 mesures ont été faites par les soins de la Compagnie de Drocourt dans ses travaux à 550^m, 600^m et 750^m de profondeur sous des recouvrements de terrains anciens variant entre 0^m et 300^m, et sous des épaisseurs de terrain houiller comprises entre 300^m et 600^m. En calculant, d'après les résultats du sondage voisin de Fresnoy dans le crétacé et dans les terrains anciens, la température

du toit du terrain houiller sur la verticale de chaque point d'expérience, on a trouvé dans ce terrain des degrés géothermiques de 38m, 38m, 40m, 40m, 41m, 43m et 43m; moyenne : 40m,3, écart moyen : 1,6 pour 100. Ces résultats montrent que la méthode est d'une application très sûre dans un terrain d'allure suffisamment régulière.

Au point de vue pratique, les mesures faites permettent de prévoir qu'à 1200m de profondeur, les fosses que l'on créera dans le midi du Pas-de-Calais trouveront des températures de 35° à 40°. De ce résultat on rapprochera ceux que nous donnent actuellement les sondages de la Lorraine, où l'on atteint à cette même profondeur des températures de 50° à 55°.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 janvier 1907.

(Suite.)

The american Ephemeris and nautical Almanac for the year 1909. Washington, 1906; 1 vol. in-4°.

Lunar and hawaiian physical features compared, by William-H. Pickering, with sixteen plates. S. l., 1906; 1 fasc. in-4°.

Annals of the Cape Observatory; t. XI. Southern circumpolar researches; part II. *A Catalogue of* 917 *circumpolar stars, derived from photographs taken at the Royal Observatory Cape of Good Hope,* by S.-S. Hough, under the direction of Sir David Gill. S. l. n. d.; 1 fasc. in-4°.

Micrometrical measurements of double stars, compiled by R.-T.-A. Innes, under the direction of Sir David Gill. (*Annals of the Royal Observatory, Cape of Good Hope;* t. II, part IV.) Edimbourg, 1905; 1 fasc. in-4°.

New reduction of Henderson's catalogue for the epoch 1840,0, by Jacob Halm, under the direction of Ralph Copeland. (*Annals of the Royal Observatory, Edinburgh,* t. II.) Glasgow, 1906; 1 vol. in-4°.

Travaux du réseau météorologique du sud-ouest de la Russie, 1886-1895, par A. Klossovsky (texte français). Odessa, 1896; 1 fasc. in-4°.

Observations météorologiques publiées par l'Institut météorologique central de la Société des Sciences de Finlande, 1895-1896. Helsingfors, 1906; 1 fasc. in-f°.

Observations météorologiques suédoises, publiées par l'Académie royale des Sciences de Suède; t. XLVII, 1905. Upsal et Stockholm, 1906; 1 fasc. in-4°.

Dekaden-Monatsberichte des königl. sächsischen meteorologischen Institutes, 1905, Jahrgang VIII; herausgegeb. v. Director Prof. Dr PAUL SCHREIBER. Dresde, 1906; 1 fasc. in-4°.

Deutsches meteorologisches Jahrbuch für 1902, mit ein Vorarbeit: *Ueber den Stand des Prognosenwesen im Gebiet des Königreichs Sachsen,* herausgegeben vom Director Prof. Dr PAUL SCHREIBER. Dresde, 1906; 1 fasc. in-4°.

Results of the magnetical and meteorological observations made at the Royal Alfred Observatory, Mauritius, in the year 1904, under the direction of T.-F. CLAXTON. Londres, 1906; 1 fasc. in-4°.

Meteorological observations made at the Adelaide Observatory and other places in South Australia and the northern territory during the year 1904, under the direction of CHARLES TODD. Adélaïde, 1906; 1 fasc. in-4°.

Report of the meteorological service of Canada, for the year ended december 31, 1904, by R.-F. STUPART, Director. Ottawa, 1906; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 FÉVRIER 1907.

Notice sur les travaux scientifiques de M. JULES TANNERY. Paris, Gauthier-Villars, 1901; 1 fasc. in-4°.

Sur une nouvelle Antilope de la vallée de l'Ituri, « Cephalophus ituriensis » nov. sp., par MAURICE DE ROTHSCHILD et HENRI NEUVILLE. (Extr. des *Comptes rendus* du 14 janvier 1907.) 1 fasc. in-4°.

Quatrième liste de Mollusques d'Abyssinie (Collection Maurice de Rothschild), par H. NEUVILLE et R. ANTHONY. Paris, Imprimerie nationale, 1906; 1 fasc. in-8°.

La Normale, supplément, par A. RIPAULT. Dijon, 1907; 1 fasc. in-8°.

L'Énergie, par ALPHONSE CRUZ. Amiens, 1907; 1 fasc. in-4°.

Service géographique de l'Armée. *Rapport sur les travaux exécutés en* 1905. Paris, 1906; 1 fasc. in-8°.

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. *Annuaire statistique,* 1905, vol. XXV. Paris, Imprimerie nationale, 1906; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon; t. XXIV, 1905. Lyon-Paris, 1907; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; 2e série, t. VIII, 1904-1905. Châlons-sur-Marne, 1906; 1 vol. in-8°.

Revue de l'Électrochimie et de l'Électrométallurgie, paraissant chaque mois; 1re année, t. I, n° 1, janvier 1907. Paris; 1 fasc. in-8°.

Congrès international pour l'étude des régions polaires tenu à Bruxelles du 7 au 11 septembre 1906. *Rapport d'ensemble, documents préliminaires et compte rendu des séances.* Bruxelles, Hayes, 1906; 1 vol. in-8°.

Die Nordlichter in Island und Gröland, von SVANTE ARRHENIUS. (*Meddelanden*

från k. Vetenskapsakademiens Nobelinstitut; Bd. I, n° 6.) Upsal et Stockholm, 1906; 1 fasc. in-8°.

Venusbeobachtungen und Berechnungen der Babylonier, von Prof. G.-V. SCHIAPARELLI. Berlin, 1906; 1 fasc. in-4°.

Vierstellige polygonometrische Tafeln zur Berechnung und Sicherung der Koordinatenunterschiede mit Rechenmaschine, bearbeitet von O. SEIFFERT. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1907; 1 fasc. in-8°.

Rock minerals, their chemical and physical characters and their determination in thin sections, by JOSEPH-P. IDDINGS; first edition. New-York, John Willey et fils; Londres, Chapman et Hall, 1906; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 FÉVRIER 1907.

Notice sur les titres scientifiques du prince ROLAND BONAPARTE. Paris, imprimé pour l'auteur, 1906; 1 fasc. in-4°.

Titres et travaux scientifiques de A.-V. CORNIL. Paris, A. Lanier, 1887; 1 fasc. in-4°.

Id. : *Supplément* (1887-1901). Paris, Félix-Alcan, 1901; 1 fasc. in-4°.

Id. : 2e *Supplément* (1901-1906). Paris, Félix-Alcan, 1906; 1 fasc. in-4°.

Recueil des principales œuvres de CH.-H.-G. POUCHET, précédé d'une *Notice biographique* et publié par les soins du Dr AUGUSTE PETIT. Paris, Masson et Cie, 1902; 1 vol. in-4°. (Offert, ainsi que les deux Ouvrages suivants, par la Société de Biologie.)

Cinquantenaire de la Société de Biologie. Volume jubilaire publié par la Société. Paris, Masson et Cie, 1899; 1 vol. in-4°.

Comptes rendus des séances et Mémoires de la Société de Biologie. Première année, 1849, et t. II, année 1850. Paris, au Bureau de la *Gazette médicale* et chez J.-B. Baillière, 1850, 1851; 2 vol. in-8°. (*Réimpression,* décidée en 1903, par la Société de Biologie.)

Veröffentlichungen der grossherzoglichen Sternwarte zu Heidelberg, herausgegeb. v. Dr W. VALENTINER; Bd. IV. Carlsruhe, 1906; 1 fasc. in-4°.

Climatology of the United States, by ALFRED JUDSON HENRY, prepared under direction of WILLIS-L. MOORE. (*Weather Bureau,* Bull. Q, n° 361.) Washington; 1 vol. in-4°.

Geology of the Bighorn Mountains, by N.-H. DARTON. (*United States geological Survey : Professional paper;* n° 51.) Washington, 1906; 1 vol. in-4°.

Ore deposits of the Silver Peak quadrangle, Nevada, by JOSIAH-EDWARD SPURR. (*U. S. geological Survey : Professional paper,* n° 55.) Washington, 1906; 1 fasc. in-4°.

Bolletino della Societa tra i cultori delle scienze mediche e naturali in Cagliari, nos 1-5. Cagliari, 1906; 5 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXLIV, Séance du 4 février 1907.)

Note de MM. *H. Deslandres* et *L. d'Azambuja*, Recherches sur l'atmosphère solaire. Vapeurs à raies noires et amas de particules :

Page 235, ligne 27, *au lieu de* et aussi la grandeur de la distance focale de l'objectif, *lisez* et aussi la grandeur et la distance focale de l'objectif.

Note de M. *Daniel Berthelot*, Sur les poids moléculaires de divers gaz calculés par la méthode des densités limites :

Page 269, ligne 17, *au lieu de* 1,38450, *lisez* 1,38442.
Page 271, ligne 24, *au lieu de* 43,925, *lisez* 43,985.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 FÉVRIER 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En annonçant à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Marcel Bertrand*, Membre de la Section de Minéralogie, M. **Henri Becquerel** s'exprime en ces termes :

Mes chers Confrères, nous sommes encore sous la douloureuse émotion du deuil cruel qui, depuis notre dernière séance, a frappé l'Académie. Notre regretté Confrère M. Marcel Bertrand n'y comptait que des amis ou des parents.

Digne héritier d'un nom illustre particulièrement cher à notre Compagnie, non seulement il l'avait porté sans défaillance, mais il avait réussi à y ajouter un nouvel éclat. Il restera l'une des gloires les plus pures de la Géologie française.

De brillants travaux, où le raisonnement et l'esprit géométrique le plus affiné ont eu autant de part que l'observation, avaient fait de lui le chef incontesté des tectoniciens. Les idées géniales qu'il avait développées dès 1884, pour avoir été lentes à germer, n'en ont paru que plus brillantes lorsqu'on a vu depuis cinq ans les géologues alpins s'en inspirer avec tant de succès et se plaire à lui en rapporter le mérite initial.

La découverte de la généralité et de l'amplitude du phénomène des nappes de recouvrement dans les plissements des montagnes est de tout premier ordre. Elle a déjà permis de comprendre la structure de la chaîne des Alpes depuis les Alpes-Maritimes jusqu'aux Carpathes.

M. Marcel Bertrand n'a pas voulu que des discours fussent prononcés sur sa tombe. Nous ne saurions cependant reprendre le cours de nos travaux sans adresser un dernier adieu au Confrère éminent et aimé que nous

perdons et sans évoquer le spectacle touchant de ses dernières années, quand il venait chaque lundi parmi nous, comme pour oublier un mal implacable dans la sérénité de la Science.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la combinaison entre le carbone et l'azote élémentaires*. Note de M. **Berthelot**.

1. Au cours de mes études sur la Mécanique chimique, je me suis préoccupé à différentes reprises des conditions où s'opère la combinaison entre l'azote et le carbone élémentaires; cette question ayant été soulevée de nouveau dans ces derniers temps, j'ai cru utile d'exécuter de nouvelles expériences.

2. Le carbone pur, exempt d'hydrogène et ne contenant aucune trace de métaux alcalins ou alcalino-terreux, ne se combine point directement à l'azote, pour former l'azoture de carbone, c'est-à-dire le cyanogène, sous l'influence de la chaleur seule, à aucune température connue. La combinaison n'a pas lieu davantage, entre ces éléments purs et échauffés par le courant électrique, même dans l'arc voltaïque ([1]).

Ce n'est pas qu'on n'observe aisément l'apparition de l'odeur spécifique cyanique et celle de traces de composés cyaniques, dans les gaz renfermant de l'azote et traversés par cet arc : tout le monde a fait cette observation. Mais elle est attribuable, je le répète, aux impuretés des crayons de charbon entre lesquels jaillit l'arc : tels que les composés hydrogénés et la vapeur d'eau libre ou condensée, corps capables de fournir de l'acétylène, lequel se combine directement à l'azote libre, sous l'influence de l'électricité, pour former de l'acide cyanhydrique;

Tels divers composés métalliques, capables d'absorber l'azote, avec le concours du carbone, sous la seule influence de la chaleur, pour former des cyanures alcalins.

La purification absolue du charbon n'est pas chose aisée; surtout si l'on opère sur des fragments compacts, tels que les crayons, baguettes, ou tubes fabriqués avec du charbon de cornue. On l'exécute mieux avec le diamant et avec le graphite strictement purifié; mais il faut en outre opérer avec de l'azote absolument sec et en vase clos, de façon à prévenir toute intervention de l'hydrogène.

([1]) *Leçons sur les méthodes générales de synthèse*, 1864, p. 77.

3. Ces faits étant acquis, on peut poursuivre la démonstration par une méthode inverse : je veux dire en partant du cyanogène pur, et en le décomposant au moyen d'une série d'étincelles électriques, puis cherchant s'il subsiste à la fin quelques traces de cyanogène libre, résultant d'un certain équilibre, analogue à celui que j'ai observé entre l'hydrogène, le carbone et l'acétylène, et qui en limite la décomposition :

$$C^2 + H^2 = C^2H^2 \text{ (}^1\text{)}.$$

C'est ce que j'avais réalisé autrefois. Cependant j'ai cru indispensable de reprendre ces essais, avec une rigueur aussi grande que possible, spécialement en excluant la présence de toute trace d'humidité, dans le cyanogène mis en œuvre.

A cet effet, j'ai desséché, par un échauffement très prolongé, le cyanure de mercure destiné à préparer le cyanogène. La préparation du cyanogène a été exécutée ensuite dans une cornue desséchée à l'avance, le gaz recueilli dans des éprouvettes séchées à l'étuve, et sur du mercure également desséché.

On a opéré sur une portion du gaz pur, choisie dans un échantillon entièrement absorbable par un fragment de potasse humecté, ou plus exactement ne laissant qu'un résidu gazeux de quelques dix-millièmes.

On a opéré sur 77^{cm^3} de ce gaz, traversés par une série de fortes étincelles électriques, fournies par une bobine Ruhmkorff, munie d'un condensateur : j'ai employé mes appareils ordinaires (²).

Il s'est produit d'abord un abondant dépôt de carbone, avec mise en liberté d'azote libre. Au bout de quelques heures, le volume était réduit à 56^{cm^3} : il n'y subsistait qu'une quantité très faible de gaz absorbable par les alcalis.

(¹) Rappelons ici mes expériences sur l'équilibre produit sous l'influence de l'étincelle électrique entre l'acétylène, l'azote et le gaz cyanhydrique,

$$C^2H^2 + Az^2 = 2\,CHAz$$

(*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 355-357), et sur l'équilibre, celui-là calorifique, entre le cyanogène, l'hydrogène et le gaz cyanhydrique

$$C^2Az^2 + H^2 = 2\,CHAz,$$

lequel est une dissociation comparable à celle des hydracides.

Mais il en est autrement, en fait, du carbone pur mis en présence de l'azote.

(²) *Traité pratique de l'analyse des gaz*, p. 151.

Le volume total des gaz n'était pas demeuré constant, comme on aurait dû l'observer pour une simple décomposition en carbone et azote, parce que le carbone déposé était accompagné par des corps polymérisés : paracyanogène et autres produits analogues à ceux sur lesquels M. Gaudechon ([1]) a appelé récemment l'attention, par des travaux sur l'effluve exécutés dans mon Laboratoire ([2]).

Sans m'y arrêter autrement ([3]), j'ai fait passer dans une autre éprouvette les 56^{cm^3} restant après l'essai ci-dessus et j'ai poursuivi pendant plusieurs heures l'action de l'étincelle électrique, laquelle a déterminé un nouveau dépôt de carbone, très faible d'ailleurs.

Au bout de ce temps, il n'est resté que de l'azote pur, ne renfermant plus aucune trace de cyanogène, ne changeant pas de volume par l'action de la potasse et ne fournissant pas la moindre trace de cyanure par cette réaction. Ce gaz ne manifeste plus aucune odeur cyanique (même avant l'action de la potasse) : indice plus sensible encore de pureté que les mesures volumétriques les plus délicates.

4. Il résulte de cette expérience qu'il ne se produit absolument aucun équilibre stable entre l'azote et le carbone pur solide (ou vaporisé sur le trajet de l'étincelle).

On ne saurait donc faire intervenir ici les calculs et les équations ordinaires signalés par les théories de la Thermodynamique pour caractériser les équilibres, dans la combinaison directe de l'azote et du carbone : cette combinaison n'ayant pas lieu.

D'une façon plus générale, l'étude des équilibres véritables dans les systèmes gazeux, conformément aux théories ordinaires, paraît exiger que ces systèmes soient maintenus *dans leur totalité à une température uniforme*,

---

([1]) *Comptes rendus*, séance du 9 juillet 1906, p. 117.

([2]) Rappelons qu'en général les décompositions et dissociations purement pyrogénées, où subsistent des corps solides, sont accompagnées par la formation de composés secondaires, trop souvent négligés et d'autant plus importants que leur présence règle la vitesse des phénomènes et qu'ils servent de pivots à des équilibres complexes.

([3]) Les produits solides consistent nécessairement en carbone libre, mélangé de divers azotures de carbone, exempts d'oxygène et d'hydrogène. En traitant ce mélange *à froid* par une solution aqueuse de potasse étendue, j'ai observé un dégagement abondant d'ammoniaque et la production d'une liqueur brunâtre, ne renfermant pas de cyanure. En même temps, il subsiste des composés azoto-carbonés, insolubles à froid dans la potasse, mais qu'elle détruit à chaud avec un nouveau dégagement d'ammoniaque.

et que, parvenus à l'état d'équilibre, ils y *subsistent indéfiniment avec une composition fixe.*

Dès lors, ces théories et ces équations ne seraient pas applicables à des phénomènes instantanés, tels que ceux produits par les explosions, ou par l'étincelle électrique. Elles ne sont pas davantage applicables à des milieux où la distribution des températures est inégale dans leurs différentes régions, depuis 2000° ou 3000° (limites vers lesquelles les évaluations en sont fort incertaines), jusqu'à la température ordinaire.

J'ai déjà insisté à différentes reprises sur ces incorrections, dans les conséquences tirées de l'emploi du tube chaud et froid.

Ajoutons encore que ces théories et équations reposent sur cette hypothèse que les transformations chimiques étudiées sont attribuables uniquement aux énergies calorifiques, c'est-à-dire à l'acte d'un simple échauffement. Or l'intervention des énergies électriques ne rentre pas dans les mêmes calculs, attendu qu'elles agissent suivant des lois bien différentes.

Rappelons enfin que c'est dans ces conditions de systèmes maintenus à température constante et parvenus à un état stable et permanent qu'ont été réalisées mes expériences d'équilibre sur la formation des éthers. Ce sont des conditions analogues que l'on suppose exister dans les phénomènes normaux de dissociation purement calorifique.

En définitive, pour pouvoir soumettre au calcul la dynamique chimique, il importe de définir rigoureusement les données, les conditions expérimentales et la nature des forces qui interviennent.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques réactions catalytiques effectuées sous l'influence du charbon de bois* (*Communication préliminaire*). Note de M. **Georges Lemoine.**

Le travail *sur les pouvoirs réducteurs et catalytiques du carbone amorphe vis-à-vis des alcools,* présenté aujourd'hui par M. l'abbé Senderens, m'amène, pour prendre date, à indiquer des expériences analogues commencées depuis longtemps. Au lieu de noir animal, j'y emploie la braise de boulanger, calcinée au rouge; je l'ai choisie à cause de son grand pouvoir absorbant pour les gaz, si heureusement utilisé à de très basses températures par M. d'Arsonval et d'autres savants.

Pour l'*alcool éthylique,* la braise (25^g), en morceaux de 1^{mm} à 2^{mm}, est placée dans un tube en verre muni d'un thermomètre Baudin allant

jusqu'à 450° et chauffé par l'électricité. L'alcool éthylique anhydre arrive par un tube capillaire suivant le dispositif adopté par MM. Sabatier et Senderens. Le tube à charbon est suivi d'un appareil réfrigérant (mélange de glace et de sel) à la suite duquel on recueille les gaz dégagés.

La température étant d'environ 350°, on obtient un gaz inflammable qui ne contient pas sensiblement d'oxyde de carbone et où il y a une assez forte proportion d'hydrogène (environ $\frac{1}{3}$ absorbé par l'oxyde d'argent). Le liquide condensé renferme naturellement de l'alcool échappé à la réaction, mais il réduit fortement l'azotate d'argent ammoniacal, et il colore une solution de fuchsine décolorée par l'acide sulfureux. Il semble donc, en attendant une analyse plus complète, que, de même que le cuivre dans les expériences maintenant classiques de MM. Sabatier et Senderens, la braise réduit la vapeur d'alcool en donnant de l'aldéhyde éthylique et de l'hydrogène :

$$CH^3 - CH^2OH = CH^3 - COH + H^2,$$

tandis que, avec le noir animal purifié, la réaction est différente.

L'*eau oxygénée* se décompose également très facilement par l'action catalytique de la braise à de basses températures.

Ainsi à 16°, 20^{cm^3} d'eau oxygénée (à 28^{vol}) avec 1^g de braise chargée de divers gaz (H, CO, CO^2, O, Az) donnent en une demi-heure plus de 100^{cm^3} d'oxygène, tandis que, s'il n'y a pas de braise, on a au bout de *trois jours* à peine 3^{cm^3}.

La réaction de *l'acide iodique et de l'acide oxalique,* qui produit lentement de l'acide carbonique et de l'iode, est de même extrêmement accélérée par la présence de la braise, beaucoup moins par le charbon de sucre : avec le noir de platine, le dégagement de gaz est extraordinairement rapide.

Je me réserve de présenter sur ces diverses réactions tout un ensemble de déterminations numériques.

M. Laveran fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de son *Traite du Paludisme* (2e édition).

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de préparer une liste de candidats à la place d'Académicien libre, vacante par suite du décès de M. *Brouardel.*

Cette Commission, qui se réunira sous la présidence du Président de l'Académie, doit comprendre deux Membres pris dans les Sections de Mathématiques, deux Membres pris dans les Sections de Physique et deux Membres pris parmi les Académiciens libres.

MM. **Darboux**, **H. Poincaré**, **Berthelot**, **Lannelongue**, **Cailletet** et **Alfred Picard** réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1907.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Chimie : *Prix Jecker, Cahours, Montyon* (*Arts insalubres*). — MM. Troost, Gautier, Moissan, Ditte, Lemoine, Haller, Berthelot, Schlœsing, Carnot.

Minéralogie et Géologie : *Grand prix des Sciences physiques, prix Delesse*. — MM. Gaudry, Michel Lévy, de Lapparent, Lacroix, Barrois, Moissan, Perrier, Zeiller.

Botanique : *Prix Desmazières, Montagne, de Coincy, Thore, de la Fons-Mélicocq*. — MM. Van Tieghem, Bornet, Guignard, Bonnier, Prillieux, Zeiller, Perrier, Chatin, Giard.

Zoologie : *Prix Savigny*. — MM. Ranvier, Perrier, Chatin, Giard, Delage, Bouvier, Grandidier, Lannelongue, le prince Roland Bonaparte.

Médecine et Chirurgie : *Prix Montyon, Barbier, Bréant, Godard, du Baron Larrey, Bellion, Mège, Chaussier*. — MM. Bouchard, Guyon, d'Arsonval, Lannelongue, Laveran, Dastre, Chauveau, Perrier, Roux, Giard, Labbé.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie Royale dei Lincei**, par l'organe de son Président, M. *Blaserna*, adresse à l'Académie l'expression de sa profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *Marcel Bertrand*.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** transmet à l'Académie des renseignements relatifs à un Rapport du

Consul général de la République française à Anvers sur un projet nouveau d'expédition antarctique belge.

Les indications que contient cette lettre seront transmises à la Commission récemment nommée par l'Académie sur la demande de M. Jean Charcot.

Le **Comité** qui s'est formé sous le haut patronage de Sa Majesté le Roi Victor-Emmanuel III, pour célébrer la mémoire d'Aldrovandi, invite l'Académie à prendre part à la célébration du troisième centenaire de la mort de l'illustre naturaliste.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Invasion des Acridiens,* vulgo *Sauterelles, en Algérie,* par J. Kunckel d'Herculais. Tome I. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

2° *Genera Insectorum,* dirigés par P. Wytsman. 53e fascicule. (Présenté par M. E.-L. Bouvier.)

ASTRONOMIE. — *Au sujet du spectrohéliographe.* Note de M. **G. Millochau**, présentée par M. J. Janssen.

Dans une Note publiée aux *Comptes rendus* du 4 février dernier (t. CXLIV, p. 229), MM. Deslandres et d'Azambuja ont écrit (p. 234) : « On ajoute aussi, dans un coin de chaque épreuve, deux spectres solaires, au haut et au bas de la fente, ce qui permet de juger le parallélisme avec la raie et l'écart variable des deux lignes. »

Je rappellerai que M. Štefánik et moi, dans notre Note des *Comptes rendus* du 2 avril 1906 et dans *Astrophysical Journal,* vol. XXIV, n° 1, nous avons décrit un dispositif particulier de la deuxième fente du spectrohéliographe, dispositif destiné à faciliter les réglages de cet instrument. Nous avons écrit : « Cette fente est élargie sur une petite longueur à chacune de ses deux extrémités, dans le but d'obtenir, avant et après la photographie solaire, une portion du spectre de la lumière diffuse du ciel, et de permettre ainsi de déterminer facilement la radiation exacte dans laquelle a été obtenue la photographie monochromatique. »

J'ai pensé utile de donner un peu plus de détails sur la façon dont nous voulons réaliser et utiliser ce dispositif spécial.

La deuxième fente du spectrohéliographe se termine à ses deux extrémités par deux ouvertures ou fenêtres, assez grandes pour qu'une portion du spectre solaire puisse y être observée ou photographiée, ces fenêtres étant naturellement obtenues en enlevant le métal des joues de la fente à ses extrémités.

Deux volets mobiles, formant obturateurs, peuvent être manœuvrés par l'observateur et couvrir ou découvrir ces ouvertures ([1]).

Ce dispositif peut servir :

1° Au réglage facile du parallélisme de la deuxième fente et des raies spectrales;

2° Au réglage en position de la deuxième fente par rapport au spectre solaire;

3° A constater si aucun dérangement ne s'est produit, dans le spectrohéliographe, au cours d'une pose;

4° A mesurer la radiation exacte qui a servi pour l'exécution de la photographie monochromatique.

Une spectrohéliographie solaire, encadrée de deux épreuves de spectres faites avec ce dispositif, avant et après la pose, comporterait ainsi tous les éléments pouvant servir à étudier cette photographie et à en apprécier la valeur.

Je rappellerai que l'un de nous (Štefánik, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1569) a montré que, si l'on place un écran liquide au violet d'aniline devant la fente d'un spectroscope, on peut facilement observer le spectre solaire ultra-violet jusqu'à environ λ 3870.

On peut donc, en employant cet artifice, utiliser le dispositif que nous avons décrit en avril 1906 pour régler oculairement et photographiquement un spectrohéliographe, non seulement dans la région lumineuse ordinaire du spectre, mais encore dans les parties du spectre solaire que l'on peut observer oculairement par l'emploi des écrans colorés, c'est-à-dire de λ 0$^{\mu}$,9 à λ 0$^{\mu}$,387.

ASTRONOMIE. — *La théorie des gaz et les amas globulaires.* Note de M. **H. v. Zeipel**, présentée par M. Poincaré.

En m'inspirant d'une idée de lord Kelvin, j'ai essayé d'appliquer la théorie cinétique des gaz à l'étude de la distribution des étoiles dans les amas globulaires.

([1]) Cette seconde fente est en construction chez M. Gauthier, pour le spectrohéliographe du type Millochau et Štefánik commandé par la Société provisoire du mont Blanc.

Dans l'état d'équilibre d'un gaz abandonné dans le vide sous l'influence de forces dérivant d'une fonction de forces $-\chi$, la densité ρ est donnée par la formule

$$\rho = \rho_0 e^{-\frac{3\chi}{\overline{c^2}}}, \tag{1}$$

où ρ_0 et $\overline{c^2}$ sont des constantes, dont la dernière représente le carré moyen de la vitesse de 1^{mol}. Si les molécules s'attirent d'après la loi de Newton et s'il n'y a pas d'autres forces, on a pour l'état d'équilibre sphérique

$$\chi = f\int_0^r \frac{1}{u^2}\int_0^u 4\pi v^2 \rho(v)\,dv\,du = 4\pi f\int_0^r \rho(v)\,v\left(1-\frac{v}{r}\right)dv, \tag{2}$$

et la densité ρ s'obtient alors par une équation intégrale. En définissant la fonction $\psi(x)$ au moyen de l'équation

$$\log\psi(x) + \int_0^x \psi(u)\,u\left(1-\frac{u}{x}\right)du, \tag{3}$$

on a

$$\rho = \rho_0\psi(\nu r), \qquad \text{où} \qquad \nu = \sqrt{\frac{12\pi f\rho_0}{\overline{c^2}}}. \tag{4}$$

Si les molécules d'un gaz de densité $\varphi = \psi(x)$ et remplissant une sphère de rayon X sont projetées perpendiculairement contre un plan, on obtient un disque circulaire dont la densité superficielle à la distance x' du centre est donnée par la fonction

$$\varphi(x', \mathrm{X}) = 2\int_0^{\sqrt{\mathrm{X}^2 - x'^2}} \psi\left(\sqrt{l^2 + x'^2}\right)dl. \tag{5}$$

En employant les méthodes ordinaires d'interpolation, j'ai calculé $\psi(x)$ pour les valeurs $x = 1, 2, 3, \ldots, 64, 65$; puis les fonctions (5) ont été évaluées par des quadratures mécaniques pour les valeurs $\mathrm{X} = 5, 6, \ldots, 24, 25$ et $x' = 0, 1, 2, \ldots, \mathrm{X}$.

C'est seulement pour les amas ω Centaure et Messier 3 que la distribution des étoiles a été encore assez complètement déterminée par observation. Soit $\mathrm{F}(r')$ le nombre d'étoiles par unité de surface à la distance angulaire r' du centre d'un amas. Pour ω Centaure, je me suis servi des valeurs de $\mathrm{F}(r')$, qui ont été données par M. S. Bailey (*Astronomy and Astrophysics*, t. XII, p. 689). Pour Messier 3, j'ai moi-même déterminé la fonction $\mathrm{F}(r')$ (*Annales de l'Observatoire de Paris*, t. XXV). En partant de la

fonction connue $F(r')$, j'ai calculé par la formule

$$(6) \qquad F(r', R) = F(r') - \frac{2}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} F(\text{séc}\,\eta\sqrt{R^2 - r'^2 \sin^2\eta})\,d\eta$$

une autre fonction $F(r', R)$, qui donnerait le nombre d'étoiles par unité de surface à la distance angulaire r' du centre, si les étoiles à l'extérieur de la sphère de rayon R n'existaient pas.

Si les étoiles à l'intérieur de la sphère de rayon R sont distribuées comme l'exige la théorie des gaz, il est possible de déterminer les quantités μ et ν de telle manière que

$$(7) \qquad F(r', R) = \mu\varphi(\nu r', \nu R).$$

Alors le nombre d'étoiles par unité de volume à la distance r du centre est donné par la formule

$$(8) \qquad n = \mu\nu\psi(\nu r) = n_0\psi(\nu r).$$

Après plusieurs essais, j'ai trouvé que c'est seulement dans les parties centrales des amas considérés que les étoiles sont ordonnées d'après la loi (8). Vers les bords ces amas sont moins denses que ne l'exige la formule (8). Pour ω Centaure on peut admettre $R = 9'$ et pour Messier 3 : $R = 3'$. Avec ces valeurs de R j'ai calculé les valeurs des fonctions $F(r', R)$ données dans les Tableaux ci-dessous. Puis, en choisissant pour n_0 et ν les valeurs en tête des Tableaux, j'ai calculé le second membre de l'équation (7) en me servant de l'expression (5). Les résultats se trouvent dans la troisième ligne des Tableaux suivants :

ω Centaure : $\log n_0 = 0,7003$, $\quad \nu = \frac{11}{18}$.

r'	1',05	2',37	3',18	3',83	4',37	5',30	5',72	6',45	6',80	7',12	7',43	7',73	8',28	8',55
$F(r', 9)$...	39,4	32,8	29,2	24,3	21,6	14,7	13,7	9,9	9,1	9,6	7,0	5,5	4,3	2,0
$\mu\varphi$	40,5	33,1	28,1	23,6	20,5	15,6	13,6	10,6	9,3	8,2	7,0	6,0	4,0	3,0

Messier 3 : $\log n_0 = 2,5142$, $\quad \nu = 6$.

r'	0',50	0',75	1',25	1',75	2',25	2',75
$F(r', 3)$.....	157,6	91,7	41,0	21,5	12,6	4,4
$\mu\varphi$..........	154,6	93,0	40,6	21,3	11,6	5,1

En exprimant les vitesses en km:sec et en employant comme unité de

masse la somme des masses du Soleil et de la Terre, la formule (4) donne

$$mp = 0'',001\,796\,\frac{\nu^2}{n_0}\overline{c^2} = 0'',005\,389\,\frac{\nu^2}{n_0}\overline{\rho^2},$$

où m est la masse (supposée commune) de toutes les étoiles comptées, p la parallaxe de l'amas et $\overline{\rho^2}$ le carré moyen des projections des vitesses relatives sur la ligne de visée. J'ai trouvé ainsi pour ω Centaure

$$mp = 0'',000\,40\overline{\rho^2}$$

et pour Messier 3

$$mp = 0'',000\,59\overline{\rho^2}.$$

En mesurant au moyen du spectroscope les quantités $\overline{\rho^2}$, il serait donc possible de déterminer mp.

ASTRONOMIE. — *Appareil simple reproduisant toutes les particularités de l'expérience de Foucault sur la rotation de la Terre.* Note de M. G. **Blum**, présentée par M. Deslandres.

But de l'appareil. — Pour expliquer l'expérience de Foucault, on se sert ordinairement d'un petit pendule accessoire au moyen duquel on vérifie l'indépendance du plan d'oscillation et du support de l'instrument.

Cette démonstration préalable, qui conviendrait parfaitement pour expliquer le mouvement d'un pendule placé au pôle, est malheureusement insuffisante lorsque le pendule occupe un autre point de la Terre. Elle ne rend pas compte en effet de la loi du sinus, qui met en désaccord apparent la vitesse de rotation de la Terre et la vitesse de rotation du pendule, et en vertu de laquelle le plan d'oscillation possède une vitesse propre à chaque latitude.

C'est précisément dans le but de montrer comment se comporte un pendule placé à une latitude quelconque que l'appareil suivant a été conçu. Il se compose, dans ses parties essentielles, d'une petite sphère et d'un petit pendule qu'on peut faire osciller sur cette sphère à des latitudes très diverses.

Description détaillée. — La sphère a 22^{cm} de diamètre. Elle peut tourner, dans l'un ou l'autre sens, autour d'un axe vertical et porte, le long d'un de ses demi-méridiens, une fente de 6^{cm} de largeur dans laquelle peut se

déplacer un équipage mobile supportant le pendule. Cet équipage mobile comprend :

1° Une planchette rectangulaire soutenant la potence du pendule et pouvant s'appliquer sur la fente du globe à toute latitude, boréale ou australe, à l'aide d'une vis de serrage.

2° Un pendule, constitué par une mince tige de bois de 6^{cm} de longueur, et dont la masse pesante est une petite boule de 6^{mm} de diamètre, également en bois. Ce pendule, soutenu à sa partie supérieure par un fil, est maintenu, à son extrémité inférieure, par un ressort à boudin, dans une direction normale à la sphère. Lorsqu'il est écarté de sa position de repos, il oscille dans une ouverture circulaire pratiquée dans la planchette.

3° L'appareil d'accrochage du pendule. Il se compose d'un crochet en acier pouvant tourner autour de l'ouverture de la planchette, et qui, en grippant sur le poids du pendule, peut maintenir ce dernier écarté de la normale dans un azimut quelconque.

4° L'appareil de déclenchement. Il est destiné à mettre le pendule en marche alors que, écarté et maintenu par le crochet, il est prêt à osciller sous l'action du ressort.

Si le globe est immobile, il suffit de soulever légèrement le crochet pour opérer le déclenchement.

Si le globe tourne, le déclenchement se produit par le jeu d'un taquet qui vient buter contre un grand cercle fixe, solidaire du pied de l'instrument.

Expériences et résultats. — *a. Globe immobile.* — Si le globe est immobile et qu'alors on déclenche le pendule à la main, on constate que la direction du plan d'oscillation reste invariable, quels que soient la latitude du pendule et l'azimut dans lequel on l'a lancé. C'est ce qu'on observerait sur un astre sans rotation.

b. Globe en rotation. — Le pendule étant accroché et le globe mis en marche, on constate, après une rotation d'un quart de tour, les phénomènes suivants :

1° Si le pendule est au pôle boréal et qu'on le lance dans un azimut quelconque, son plan d'oscillation demeure fixe dans l'espace. Il tourne donc, par rapport au globe, en sens inverse du globe et avec la *même vitesse*.

2° Si le pendule est à toute autre latitude boréale, son plan tourne par rapport au globe avec une vitesse *moindre* que celle du globe. L'angle de rotation du plan est à l'angle de rotation du globe dans un rapport égal au sinus de la latitude. On peut estimer à l'œil l'angle de rotation du plan et vérifier la loi d'une manière approchée.

3° Si le pendule est à l'équateur, la vitesse du plan d'oscillation devient nulle et le pendule ne tourne plus par rapport au globe, quelle que soit la vitesse du globe.

4° Enfin, aux latitudes australes, le plan d'oscillation tourne de nouveau, mais le sens des déviations est *inverse* du sens des déviations boréales. Quant aux valeurs de ces déviations, elles sont les mêmes que pour les déviations boréales correspondantes.

Un autre dispositif, plus simple encore que le précédent, mais donnant de moins bons résultats, permet de vérifier facilement le changement du sens de la déviation lorsqu'on passe d'un hémisphère à l'autre. On emploie une potence qui porte un pendule analogue au précédent, mais de plus grandes dimensions, et que l'observateur tient à la main en tournant sur ses talons. La potence décrit ainsi dans l'espace un cône dont l'axe est vertical et le plan d'oscillation du pendule se déplace comme dans l'appareil décrit ci-dessus, les déviations ayant un sens différent selon que la potence et le pendule sont dirigés vers le sol ou vers le ciel.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions quasi-entières et quasi-méromorphes* (¹). Note de M. **Edmond Maillet**, présentée par M. Jordan.

Soit $F(z)$ une fonction monodrome qui a $z=\infty$ comme point singulier essentiel isolé et ne possède, dans le domaine de ce point, d'autres points critiques à distance finie que des pôles. On a

$$F(z) = e^{\psi\left(\frac{1}{z}\right)} Q(z), \tag{1}$$

où $\psi\left(\frac{1}{z}\right)$ reste finie ainsi que ses dérivées dans le domaine, et où $Q(z)$ est une fonction méromorphe.

I. Je suppose que $Q(z)$ et $F(z)$ soient, dans ce domaine, d'ordre $\leqq(k, \rho)$ non transfini, avec k ou $\rho > 0$, et soit

$$g(z) = \frac{F'(z)}{F(z)}:$$

Si l'on décrit dans le plan des z autour de chaque zéro et de chaque pôle α_n *comme centre un cercle* Γ_n *de rayon* $\eta = e_{k_1}(r_n^{\tau})^{-1}$ [(k, τ) *quelconque* $> (k, \rho)$, *et* $|\alpha_n| = r_n$], *en tout point extérieur à ces cercles, dès que* $r = |z|$ *est assez grand, on a*

$$|g^{(q)}(z)| < e_{k_1}(r^{\tau_1}), \tag{2}$$

(¹) Quelques-uns de ces résultats précisent ou étendent à certains égards des propriétés établies par M. P. Boutroux.

où $g^{(0)}(z) = g(z)$, $g^{(q)}(z)$ est la dérivée $q^{\text{ième}}$ de $g(z)$, τ_1 est arbitraire avec $(k_1, \tau_1) > (k_1, \tau)$, et, si $k_1 = k = 0$, $\tau_1 > (q+2)\tau$.

II. De même, les méthodes de M. P. Boutroux permettent d'obtenir simplement une limite inférieure du maximum $m_{r,q}$ du module de $g^{(q)}(z)$ sur une infinité de circonférences C ayant pour centre l'origine et remplissant des couronnes d'épaisseur totale infinie, dans le domaine de $z = \infty$:

1° Quand $F(z)$ n'a pas de pôles à distance finie dans le domaine (fonction quasi-entière dans ce domaine); si l'ordre réel, supposé non transfini, de $F(z)$ est $\geqq (k, \rho)$, on a (2) $m_{r,q} > e_k(r^\sigma)$ (σ fixe arbitraire $< \rho$ quand $k > 0$, σ fixe arbitraire $< \rho - q - 1$ quand $k = 0$). Soit $\varphi(z)$ le produit canonique ayant pour zéros les zéros de $F(z)$.

2° Dans le cas général de (1) (fonction quasi-méromorphe), soient $\varphi_1(z)$, $\varphi_2(z)$ les produits canoniques d'ordres non transfinis et supposés différents (k_1, ρ_1), (k_2, ρ_2), formés des zéros et des pôles de $Q(z)$; si (k, ρ) est arbitraire et compris entre (k_1, ρ_1) et (k_2, ρ_2), on a encore (2) $m_{r,q} > e_k(r^\sigma)$. Soit $\varphi(z)$ celui des deux produits φ_1, φ_2 dont l'ordre est le plus grand.

Dans les deux cas, lorsque $\varphi(z)$ a sa croissance régulière, (2) a lieu pour toute valeur de r assez grande.

III. La propriété I permet d'améliorer les limites supérieures de croissance que j'ai indiquées (*Annales de l'École Normale*, 1906, p. 331) pour les modules des solutions du système

$$\frac{dx_i}{dz} = a_{i1}x_1 + \ldots + a_{in}x_n \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

où les a_{ij} sont des fonctions quasi-méromorphes d'ordre $\leqq (k, \rho)$ dans le domaine de $z = \infty$ et satisfaisant à (1).

IV. Ces résultats, et d'autres analogues, paraissent devoir s'étendre aux fonctions entières les plus générales d'ordre transfini. Je puis l'affirmer pour les produits canoniques P de facteurs primaires; en dehors de cercles de rayons assez petits décrits autour de chaque zéro comme centre, on a une limite inférieure *simple* du module de P, comme pour le cas où P est d'ordre non transfini (*A. E. N.*, 1906, p. 287). Néanmoins, c'est là un sujet que je laisse à d'autres le soin de développer [1].

---

[1] Incidemment, je mentionnerai :

1° Que la fonction $f(z)f(ze^{i\psi})$, avec $f(z) = e^{iz^\rho} - e^{-iz^\rho}$ (ρ entier), a son module

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la croissance des intégrales des équations différentielles du premier ordre.* Note de M. **Pierre Boutroux**, présentée par M. Poincaré.

Considérons l'équation différentielle

$$(1) \qquad y' = \frac{P(x, y)}{Q(x, y)} = \frac{b_0 + \ldots + b_p y^p}{a_0 + \ldots + a_q y^q},$$

où P et Q sont des polynomes par rapport à x et y. En général, les intégrales de l'équation (1) présenteront à l'infini une singularité transcendante. Comment faire l'étude de cette singularité? Il conviendra, semble-t-il : 1° d'étudier, au voisinage de $x = \infty$, l'allure d'une branche d'intégrale; 2° dans le cas où une infinité de branches s'échangent entre elles au voisinage de l'infini, de rechercher par quel mécanisme se fait cet échange.

Pour traiter en détail ces deux questions, et tout d'abord la première, il y aura lieu de distinguer un grand nombre de cas et de sous-cas. On peut néanmoins énoncer sur la croissance des branches d'intégrales de l'équation (1) quelques théorèmes généraux qui fourniront une première indication sur l'allure prise par ces branches lorsque x s'éloigne indéfiniment.

Soient p et q les degrés par rapport à y des polynomes P et Q. Appelons, d'autre part, μ la différence des degrés en x des coefficients b_p et a_q.

Nous ferons successivement les hypothèses suivantes :

$\geqq e^{\mu r^\rho}$ (μ, ψ constantes, $r = |z|$) quel que soit z, pour une infinité de valeurs de ψ, dès que r est assez grand;

2° Que le produit canonique

$$\Phi(z) = \Pi\left(1 - \frac{z}{a_n}\right) e^{\frac{z}{a_n} + \frac{z^2}{2a_n^2} + \ldots + \frac{z^p}{p a_n^p}}$$

d'ordre fini $\rho > 1$ non entier ($\rho - p < 1$) a son module $\leqq 1$ dans un secteur fini S du plan des z, quand toutes les racines a_n sont comprises dans un certain secteur fini S'. Ainsi, lorsque $p = 1$, et que l'angle de S' est $90° - 2\varepsilon$ (ε fixe > 0), l'angle de S est $\geqq 2\varepsilon$.

Ceci peut présenter quelque intérêt au point de vue de l'étude des séries divergentes sommables (*A. E. N.*, 1903, p. 506).

I. Soit $p - q = 1$. L'équation (1) est alors de la forme

$$(2) \qquad y'(a_1 + a_2 y + \ldots + a_p y^{p-1}) = b_0 + \ldots + b_p y^p,$$

les a et b étant des polynomes en x.

J'ai montré ailleurs [1] que, lorsque μ est *positif* ou *nul* [2], l'équation (2) présente des branches d'intégrales de type exponentiel. Voici ce que j'entends par là.

Posons $u = e^{\int_0^x \frac{b_p}{a_p} dx}$ et plaçons-nous à l'extérieur d'un cercle de rayon r contenant les zéros des polynomes a_p, b_p. Dans $(\mu + 1)$ angles ayant pour sommet l'origine et pour amplitude $\frac{(1-\alpha)\pi}{\mu+1}$ (α étant un nombre arbitrairement petit) le module de u augmente indéfiniment avec $|x|$, tandis que dans $(\mu + 1)$ angles alternant avec les précédents, ce module tend vers zéro. Appelons A l'un des angles où $|u|$ est croissant : dans cet angle u est, à partir d'une certaine valeur de $|x|$, supérieur à $e^{k|x|^{\mu+1}}$ ($k > 0$).

Cela posé, nous prenons dans A un point fixe x_0 dont le module est supérieur à certains nombres finis que l'on sait déterminer, et nous considérons une branche d'intégrale y dont la valeur initiale en x_0 ait un module supérieur à $e^{-\frac{k}{2}|x_0|^{\mu+1}}$. Il se trouve que cette branche d'intégrale est, au point de vue de la croissance, comparable à l'exponentielle u : on peut trouver des nombres positifs λ et λ_1 tels que l'on ait dans l'angle A, pour $|x| > |x_0|$,

$$e^{\lambda|x|^{\mu+1}} < |y| < e^{\lambda_1|x|^{\mu+1}}.$$

II. Soit $p - q \neq 1$. Nous distinguerons deux cas, suivant que $p - q < 1$ ou $p - q > 1$.

Premier cas. — Soit $p - q < 1$, c'est-à-dire $q \geqq p$. Dans cette hypothèse, les intégrales y ne présentent aucun infini à distance finie. En effet, si l'on pose $y = z^{-1}$, z satisfait à une équation différentielle dont aucune intégrale (excepté l'intégrale particulière $z = 0$) ne s'annule à distance finie. On peut démontrer, dans ces conditions, qu'une branche d'intégrale quelconque de (1) croît moins vite qu'une puissance finie de x.

Pour donner un sens précis à cet énoncé, il faut définir la nature du chemin sur lequel x s'éloigne indéfiniment. J'appellerai *chemin direct* tout chemin dont la longueur est finie ou qui est transformé par le changement

---

(1) *Sur quelques propriétés des fonctions entières* (*Acta mathematica*, t. XXVIII).

(2) Si μ était négatif, il n'y aurait pas lieu d'étudier, pour $|x|$ très grand, la croissance des branches d'intégrales de (2) : car, en général, ces branches ne croîtraient pas indéfiniment avec $|x|$ (du moins lorsque $\mu < -1$; il faudrait traiter à part le cas particulier où $\mu = -1$).

de variable $x = \zeta^{-1}$ en un chemin de longueur finie. En d'autres termes, si $\bar{x}$, $\bar{x}'$ sont deux points d'un chemin direct, le rapport $\frac{\text{longueur arc } \bar{x}\bar{x}'}{|\bar{x} - \bar{x}'|}$ est inférieur à un nombre fini k quels que soient les points $\bar{x}$ et $\bar{x}'$.

Cela posé, appelons σ un entier supérieur aux degrés de tous les polynomes a et b. On peut démontrer que, *lorsque x s'éloigne indéfiniment sur un chemin direct, toute branche d'intégrale de* (1) *satisfait, à partir d'un certain point de ce chemin, à l'inégalité* $|y| < |x|^{\sigma+2}$.

Deuxième cas. — Soit $p - q > 1$, c'est-à-dire $p - q \geqq 2$. Dans cette hypothèse, les intégrales y ont, en général, des infinis à distance finie. On ne peut donc plus, lorsque x s'éloigne indéfiniment sur un chemin quelconque, assigner une limite au module de y. Néanmoins, en s'inspirant de la théorie des fonctions méromorphes, on obtiendra quelques renseignements sur la croissance de y.

Lemme I. — *Appelons x_i un infini de l'intégrale y, σ un entier supérieur aux degrés des a et b. Je dis que, si $|x_i|$ est supérieur à un certain nombre r, on peut entourer x_i d'un cercle c_i jouissant des propriétés suivantes :* 1° *à l'intérieur et sur le contour de c_i, la branche d'intégrale infinie en x_i a un module supérieur à $|x|^{\sigma+1+\alpha}$, α étant un nombre positif arbitrairement petit ;* 2° *sur le contour de c_i, le même module est inférieur à $|x|^{\sigma+1+\beta}$, β étant un nombre positif compris entre α et* 1 ; 3° *la branche d'intégrale qui est infinie en x_i ne présente dans c_i d'autre infini ou point critique que x_i.*

On peut donner au rayon de c_i la valeur

$$\rho = |x_i|^{-(\sigma+1+\alpha')(p-q-1)-\mu},$$

μ étant la différence des degrés de b_p et a_q, et α' étant un nombre positif tel que $\alpha < \alpha'$, $\alpha + \alpha' < 1$. Le rayon ρ tend vers zéro avec $|x_i|^{-1}$, puisque l'on a $|\mu| < \sigma$, $p - q - 1 \geqq 1$.

Lemme II. — *Soit une branche d'intégrale qui en un point x'_i a un module supérieur à $|x'_i|^{\sigma+1+\beta}$. Le point x'_i est intérieur à un cercle c_i relatif à un infini x_i de la branche considérée.*

Considérons alors une branche quelconque y et supposons que x s'éloigne indéfiniment sur un chemin direct qui ne pénètre pas dans les cercles c_i relatifs à cette branche. Sur ce chemin $|y|$ *est, à partir d'une certaine valeur de* $|x|$, *inférieur à* $|x|^{\sigma+2}$.

Est-il toujours possible de suivre un chemin direct qui ne pénètre pas dans les cercles c_i? Pour s'en rendre compte, il est avantageux de consi-

dérer l'intégrale y sur une surface de Riemann où elle est uniforme. Si $p-q=2$ les points x_i sont des points ordinaires de y; on peut alors disposer des lignes de croisement de la surface de manière qu'elles ne pénètrent pas dans les cercles c_i. Si $p-q \geqq 3$, $(p-q-1)$ déterminations se permutent autour de x_i; la surface a, par suite, $p-q-1$ feuillets reliés entre eux par des lignes de croisement issues de x_i, et nous pouvons disposer de ces lignes de manière qu'au voisinage de x_i elles coïncident avec un même rayon du cercle c_i. Dans l'un ou l'autre cas, on peut démontrer que *sur la surface de Riemann les cercles c_i relatifs à une même intégrale sont tous extérieurs les uns aux autres* (du moins pour $|x_i| > r$).

CINÉMATIQUE. — *Construction du rayon de courbure des courbes enveloppes dans le mouvement le plus général d'un corps solide.* Note de M. G. Kœnigs.

1. Je me propose de compléter ici et de préciser certains points de ma Note du 28 janvier et notamment de donner les constructions effectives des divers éléments géométriques qui interviennent dans la question. J'appelle d l'axe du mouvement hélicoïdal tangent à l'instant proposé, h le pas de ce mouvement et je pose $h_1 = \frac{dh}{d\sigma}$ où $d\sigma$ est l'angle (mesuré avec certaines précisions pour le signe) que fait l'axe d avec l'axe analogue relatif à l'instant consécutif. Je considère les deux axoïdes Φ et Φ' lieux de l'axe d dans le corps mobile S et dans le corps ou espace fixe S'. Ces axoïdes se raccordent à l'instant proposé suivant l'axe d qu'ils ont alors en commun. Ils ont le même point central O et le même plan central Ω, ainsi que le même paramètre de distribution k pour les plans tangents. Dans le plan normal en O à l'axe d je considère un axe d_1 normal au plan central et à la distance h_1 (signe convenablement pris) du point O. A côté du complexe linéaire $\mathfrak{L}$, lieu des normales aux courbes trajectoires à l'instant proposé, j'introduis le complexe linéaire $\mathfrak{L}_1$, qui admet d_1 pour axe central et la quantité $h-k$ pour pas (ou paramètre).

2. Cela étant, les normales stationnaires forment la congruence linéaire commune aux complexes $\mathfrak{L}$ et $\mathfrak{L}_1$, en sorte que, pour construire la droite PP_1, il suffit de prendre l'intersection des deux plans polaires du point P dans ces deux complexes.

Maintenant si l'on appelle t_P la tangente commune en P aux deux courbes C, C' qui se touchent en ce point, on sait que la droite t_P porte la

vitesse d'entraînement de P dans le mouvement de S par rapport à S'. La conjuguée de la droite t_P dans le complexe linéaire $\mathcal{L}$ est une droite d_P tracée dans le plan Π_P, normal en P aux courbes C et C' (ou à t_P); cette droite d_P, facile à construire, donne le point P_1 (associé de P) par son intersection avec la normale stationnaire déjà construite.

Il résulte de cette construction ce fait remarquable que la correspondance entre P et P_1 est réciproque et que P est l'associé de P_1 comme P_1 est l'associé de P. Cette correspondance est *cubique, birationnelle* et, comme on vient de le dire, *réciproque*.

3. Une fois construits, comme il vient d'être dit, les éléments du faisceau des axes, pour définir l'homographie qui relie les axes δ, δ' des courbes C, C' qui s'enveloppent, il faudra connaître le vecteur constant que les axes δ, δ' interceptent sur une parallèle à d_P, par exemple, sur la parallèle d'_P à d_P menée par le point P. Soit PD'_P ce vecteur, dans la position particulière où son origine est en P. Il suffira de connaître sur d'_P le point D'_P.

Or, pour avoir D'_P, il suffit de couper d'_P par un plan auxiliaire Ψ', défini par les conditions : 1° d'être parallèle au plan polaire (déjà utilisé) du point P par rapport au complexe L_1; 2° de couper la perpendiculaire abaissée de P sur le plan central en un point P_2 tel que PP_2 ait (avec une précision convenable pour le signe) une mesure algébrique égale à

$$\omega = \frac{d\theta}{d\sigma}\,\frac{\rho^2 + h^2}{h - k}.$$

Dans cette formule, $d\sigma$ est l'angle déjà défini, $d\theta$ est l'angle de la rotation infiniment petite autour de l'axe d et enfin ρ est la distance du point P à l'axe d.

On remarquera que $P_1 D'_P$ est l'axe de courbure de la trajectoire du point P dans le mouvement direct (S, S'), tandis que si D''_P est le symétrique de D'_P par rapport au point P, la droite $P_1 D''_P$ est l'axe de courbure de la trajectoire de P dans le mouvement inverse (S', S).

4. Les résultats se simplifient beaucoup lorsque la viration consiste en un roulement sans glissement, les deux axoïdes étant alors applicables l'un sur l'autre. L'axe d est alors l'axe de la rotation tangente et le plan normal Π_P est le plan mené par l'axe d et le point P : la droite d_P coïncide avec d, et le point P_1 n'est autre que le point où le plan Π_P est tangent aux deux axoïdes. L'homographie entre les axes δ, δ' conserve son caractère, mais le vecteur constant qu'ils interceptent sur d'_P, qui est alors la parallèle à d menée par P, est d'une construction particulièrement facile.

Appelons en effet T le point où la droite t_P (normale en P au plan Π_P) perce le plan central et désignons par ρ_1 (avec une certaine précision pour le signe) la distance du point T à l'axe *d*, le vecteur constant dont il s'agit est *proportionnel* à ρ_1 et égal à

$$\frac{d\theta}{d\sigma}\rho_1,$$

où $d\sigma$, $d\theta$ ont les significations déjà dites.

5. Lorsque les deux axoïdes sont des développables, toujours dans l'hypothèse d'un glissement nul, l'axe *d* touche les deux arêtes des deux développables au même point O et dans ce cas l'associé P_1 du point P coïncide constamment avec le point O. Les courbes C douées d'enveloppe ont alors une définition simple qui permet de les déterminer *a priori;* elles ont en effet la propriété spéciale que leurs plans normaux sont tous tangents à l'arête de la développable Φ, tandis que d'un autre côté leurs enveloppes C' ont tous leurs plans normaux tangents à l'arête de la développable Φ'.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la variation des tensions de vapeur en fonction de la température et la détermination des constantes ébullioscopiques.* Note de MM. **Georges Baume** et **D.-E. Tsakalotos**, présentée par M. G. Lemoine.

I. On sait que la chaleur latente de vaporisation L d'un liquide, en négligeant le volume du liquide devant celui de la vapeur, est déterminée par l'équation

$$(I) \qquad L = \frac{RT^2}{JMp}\frac{dp}{dT},$$

J étant l'équivalent mécanique de la chaleur, *p* la pression de la vapeur, de poids moléculaire M, à la température absolue T, R la constante des gaz parfaits ($Mpv = RT$).

On peut déduire cette même quantité L de la relation de Van't Hoff et Le Chatelier, appliquée par Arrhénius et Beckmann (¹) au calcul de l'élévation moléculaire E des points d'ébullition des dissolvants ébullioscopiques

(¹) *Zeitschrift für physikalische Chemie,* t. IV, 1889, p. 550.

piques

$$\text{(II)} \qquad L = \frac{0{,}02\,T^2}{E}.$$

En égalant ces deux valeurs de L, on a $\left(\frac{R}{J}\right.$ étant sensiblement égal à $\left.2\right)$

$$\text{(III)} \qquad \frac{dp}{dT} = \frac{0{,}01\,Mp}{E} \quad (^1).$$

II. Cette relation permet d'étudier *les variations de la tension de vapeur avec la température* $\frac{dp}{dT}$, au voisinage du point d'ébullition sous la pression p, si l'on connaît la valeur de E (qui varie avec la pression d'ébullition p et, par conséquent, avec T).

Nous avons calculé l'élévation ΔT de la température correspondant à une variation de pression Δp égale à 1^{mm} (pression initiale 760^{mm}) en utilisant les valeurs expérimentales de E déterminées par Beckmann. Ces calculs ont porté sur les liquides suivants : eau, alcool, éther, acide acétique, acétone, chloroforme, bromure d'éthylène, benzène, aniline, phénol, sulfure de carbone, anhydride sulfureux.

	H^2O.	C^2H^6O.	$C^4H^{10}O$.	$C^2H^4O^2$.	C^3H^6O.	$CHCl^3$.	$C^2H^4Br^2$.	C^6H^6.	C^6H^5N.	C^6H^6O.	CS^2.	SO^2.
E	5,2	11,5	21,1	29,9	16,7	36,6	64,3	26,7	3,22	30,4	23,7	15
1000 ΔT calculé	38	33	38	66*	38	40	45	45	46	43	41	30
1000 ΔT expérimental.	37,5	33	40	40*	38	41	47,5	43,5	51,5	46	40,5	29

La concordance est satisfaisante entre les résultats de ce calcul et ceux des diverses expériences (²), sauf pour l'acide acétique pour lequel l'écart est considérable (0,066 au lieu de 0,040 environ). Or la densité de vapeur de ce corps montre qu'au-dessous de 200° sa molécule est polymérisée (³); à 118°,7 (température d'ébullition sous 760^{mm}), le poids moléculaire M de la vapeur d'acide acétique est d'environ $60 \times 1{,}61$. En introduisant cette valeur de M ainsi corrigée dans notre formule, on trouve pour ΔT la valeur 0,040, très voisine des nombres expérimentaux.

(¹) *Cf.* LE CHATELIER, *Annales des Mines*, 8ᵉ série, t. XIII, 1888, p. 340, et BECKMANN, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. IV, p. 551 et t. LVII, p. 130.

(²) Nous avons pris la moyenne des mesures de Regnault, Raoult et Recoura, Crafts, Ramsay et Young, Beckmann, Louguinine, Kahlbaum.

(³) A. CAHOURS, *Comptes rendus*, t. LVI, p. 900. — RAOULT et RECOURA, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. V, p. 423. — A. LEDUC, *Nouvelles recherches sur les gaz*, p. 25.

La connaissance de la constante ébullioscopique d'un corps permet donc d'étudier sa polymérisation, et par conséquent les densités de vapeurs anomales ([1]).

III. Inversement la formule (III) permet de calculer *l'élévation moléculaire* E *du point d'ébullition des liquides* dont on connaît le poids moléculaire et la variation de tension de vapeur avec la température.

Or le terme $\frac{dp}{dT}$ a déjà été étudié pour un certain nombre de corps; il peut d'ailleurs être facilement déterminé en mesurant avec un thermomètre de Beckmann la différence entre les températures d'ébullition du liquide étudié, à deux instants où la pression atmosphérique a des écarts de quelques millimètres (mesure en général plus pratique que celle d'une chaleur latente).

Nous avons, à l'aide de la relation (III), calculé E pour les liquides énumérés plus haut (en prenant $p = 760^{mm}$). Nous comparons ces valeurs aux valeurs expérimentales de E, et à celles que l'on déduit de la formule de Van't Hoff ([2]). Les résultats sont également satisfaisants avec les deux formules.

	H^2O.	C^2H^6O.	$C^4H^{10}O$.	$C^2H^4O^2$.	C^3H^6O.	$CHCl^3$.	$C^2H^4Br^2$.	C^6H^6.	C^6H^5N.	C^6H^6O.	CS^2.	SO^2.
E (formule III)......	5,1	11,5	22,5	29,9	16,7	37,2	67,8	25,9	36,4	32,8	23,9	14,1
E (expérimental)....	5,2	11,5	21,1	29,9	16,7	36,6	64,3	26,7	32,2	30,4	23,7	15
E (Van't Hoff)......	5,2	12,2	21,5	30,7	17,3	38,2	74,9	26,9	44,8	»	24,3	14,9

IV. La même équation montre que *l'élévation moléculaire* E *du point d'ébullition n'est pas constante;* elle croît proportionnellement à la pression, $\frac{dp}{dT}$ restant sensiblement constant pour de petites variations de p. La relation de Van't Hoff conduit d'ailleurs à un résultat analogue, ainsi que Beckmann l'a montré pour divers liquides ([3]). Voici les valeurs de E que Beckmann a calculées pour l'eau à l'aide de la formule de Van't Hoff, et celles que l'on déduit de notre équation (III) : les variations de E sont du même ordre de grandeur :

([1]) La relation de Van't Hoff est indépendante de ces quantités (Beckmann, *Zeitschrift für physikalische Chemie,* t. LVII, p. 130). — Cf. Van't Hoff, *Chimie physique,* t. II, p. 43.

([2]) Cf. Beckmann, Fuchs et Gernhardt, *Zeitschrift für physikalische Chemie,* t. XVIII, p. 510.

([3]) Beckmann, *Zeitschrift für physikalische Chemie,* t. IV, p. 552 et t. VI, p. 463.

Températures centigrades.	Pressions.	$\frac{dp}{dT}$.	$E = \frac{0,02 T^2}{L}$.	$E = 0,01 M p \frac{dT}{dp}$.
70°............	233^{mm}	10,3	4,2	4,07
100............	760	27	5,2	5,07
130............	2030	62	6,3	5,9

V. Enfin, notre équation (III) montre que *deux corps ayant même valeur du rapport* $\frac{E}{M}$ *ont même variation de tension de vapeur*, ce qui est conforme aux hypothèses cinétiques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons moléculaires des halogénures métalliques avec les composés organiques.* Note de M. V. THOMAS, transmise par M. Moissan.

M. Bodroux, dans une Note publiée en 1902 [1], a signalé la facilité avec laquelle l'iode est susceptible d'attaquer certains métaux, en particulier le zinc, le magnésium et l'aluminium, en présence de liquides tels que l'eau, l'alcool et l'éther anhydre.

Au cours de recherches que nous poursuivons sur l'iodure de méthylène, nous avons été amenés à rechercher quel pouvait être le mécanisme de cette catalyse.

Des données mêmes de M. Bodroux on peut déduire, d'une façon certaine, que l'addition de dissolvant n'a pas pour but d'amener un contact plus intime entre l'iode et le métal; car tous les liquides capables de dissoudre l'iode ne sont pas susceptibles de provoquer la réaction : la benzine, le sulfure de carbone, le chloroforme, le tétrachlorure de carbone sont complètement inertes vis-à-vis du mélange iode + métal [2].

Par contre, un grand nombre de composés organiques à fonctions diverses sont susceptibles de provoquer la combinaison.

Les cétones grasses réagissent à la façon de l'éther et de l'alcool anhydre : la réaction a été observée avec l'acétone ordinaire, la méthyléthylcétone, la diéthylcétone, la butyrone, l'éthylamylcétone. Les acétones aromatiques paraissent sans action ou ne réagissent que très difficilement. L'acéto-

---

(1) BODROUX, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXVII, 1902, p. 349.

(2) Nos expériences ont porté sur les mélanges d'iode avec le magnésium et l'aluminium.

phénone ne catalyse pas non plus la formation des iodures. Par contre, les dicétones réagissent à la façon des cétones ordinaires; la réaction est très vive avec l'acétylacétone, très vive aussi avec l'acétonylacétone. L'éther acétylacétique est sans action.

Les aldéhydes ne paraissent pas d'une façon générale réagir sur les mélanges iode et métal. Cependant l'inflammation du mélange iode et aluminium se produit avec la benzaldéhyde; la paraldéhyde, les aldéhydes anisique et cinnamique ne réagissent pas catalytiquement.

Les nitriles gras réagissent avec facilité; la réaction est très vive avec l'acétonitrile, le propionitrile et le butyronitrile. Les nitriles aromatiques paraissent au contraire inertes.

Les réactions avec le magnésium sont parfois assez violentes pour que la chaleur dégagée puisse porter au rouge le mélange et déterminer aux dépens de la matière organique la formation probable de carbure de magnésium, car le mélange repris par l'eau dégage de l'acétylène. Avec l'aluminium, le mélange, par suite de réaction secondaire (combustion de l'iodure formé à l'air), devient rapidement incandescent avec formation d'alumine. La quantité de chaleur dégagée est si considérable que le mélange peut servir comme poudre d'amorçage pour provoquer la combustion de l'aluminium à l'air, à température ordinaire, et à plus forte raison pour amorcer les réactions d'aluminothermie.

Dans toutes ces réactions, le rôle du catalyseur nous paraît d'ordre chimique et la combinaison provoquée, grâce à la formation d'un composé d'addition de l'iodure et du solvant. Il est à peine besoin d'indiquer ici l'existence d'hydrates et d'éthérates d'iodure de magnésium. L'existence d'une combinaison d'iodure et d'alcool est très vraisemblable ([1]). Quant aux acétones et aux nitriles, nous avons reconnu qu'ils se combinaient facilement avec les iodures.

Quoique nos recherches sur ce sujet ne soient pas terminées, nous tenons, à la suite de la publication du dernier numéro de la *Zeit. für anorganische Chemie* ([2]), à résumer rapidement les résultats auxquels nous sommes dès maintenant arrivés.

([1]) Simon a, en effet, signalé l'existence d'une combinaison alcoolique de chlorure de magnésium (*Journ. für prakt. Chem.*, 2e série, t. XX, p. 373).

([2]) Dans le numéro du 5 février, la Rédaction annonce la prochaine publication d'un Mémoire de M. Mentschutkine sur les combinaisons d'addition du bromure et de l'iodure de magnésium avec les aldéhydes, les acétones et les acétals.

Essais avec le magnésium. — A du magnésium en poudre placé dans un ballon avec un excès de différentes cétones ou de différents nitriles, on ajoute, peu à peu, la quantité d'iode sensiblement théorique pour la formation d'iodure de magnésium. La réaction d'abord très vive se calme assez rapidement; on la termine au bain-marie. On obtient ainsi des dissolutions colorées d'où peuvent se déposer différents produits.

Acétone. — Par refroidissement, il se sépare à la surface une croûte cristalline qui, débarrassée de l'excès de liquide retenu mécaniquement, est jaune. Au-dessous de cette croûte se forme une bouillie jaunâtre, paraissant analogue à la matière de la croûte précédente. La liqueur acétonique mère laisse ensuite déposer après un temps variable une matière gélatineuse.

La croûte cristalline soumise à l'analyse donne un chiffre de magnésie correspondant exactement à la formule $CH^3.CO.CH^3, MgI^2$ (¹). Cette combinaison est stable à l'air, mais perd de l'iode très facilement lorsqu'on la chauffe. Traitée par l'eau, elle précipite de la magnésie, et, d'après nos premiers essais, la moitié du magnésium passe seule en dissolution (²).

Cétones diverses. — Dans les mêmes conditions, les autres cétones employées fournissent des solutions visqueuses. Toutefois, avec la méthyléthylcétone, la liqueur visqueuse laisse déposer après un certain temps de petits cristaux disséminés dans une matière d'aspect gélatineux.

Nitriles. — L'acétonitrile donne une masse cristalline incolore ou très peu colorée, perdant facilement de l'iode par l'action de la chaleur. Par calcination la combinaison laisse un résidu de magnésie (³). L'eau la dédouble sans précipitation de magnésie.

Le butyronitrile donne une liqueur sirupeuse ne présentant aucune tendance à la cristallisation.

Essais avec l'aluminium. — L'emploi de ce métal conduit à des résultats semblables. La combinaison avec l'acétone forme une masse jaune brun décomposable par l'eau. L'acétonitrile donne plusieurs produits, dont l'un, jaunâtre, est bien cristallisé.

Nous poursuivons l'étude de ces combinaisons et de leurs produits de dédoublement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Note concernant la recherche de l'or par la voie humide dans les sables aurifères.* Note de M. **Albert Fournier**, présentée par M. Ditte.

Ayant eu l'occasion d'étudier des sables où l'or était mis en évidence aussi bien par l'emploi des liqueurs denses que par des fusions plombeuses, je fus également conduit à le rechercher par les moyens de la voie humide.

(¹) Mg trouvé : 7,07, 7,17.

(²) Mg dissous trouvé : 3,62.

(³) Mg trouvé : 5,19, 5,32. La combinaison $4(CH^3.CAz), MgI^2$ exigerait 5,37.

Le sable dont il s'agit était relativement très ferrugineux et il y avait intérêt à éviter, dans une même liqueur, la présence de l'or dissous avec de grandes quantités relatives d'autres métaux, le fer en particulier.

En effet, quand on a de très faibles quantités d'or en solution avec du fer au maximum en proportions beaucoup plus grandes, il est extrêmement difficile de déceler l'or, non seulement par les méthodes de réduction appliquées directement, mais encore en s'efforçant par exemple de séparer le fer.

L'or et ses formes minéralogiques étant généralement insolubles dans HCl; d'autre part, le fer des sables examinés étant en grande partie sous la forme d'oxydes solubles dans HCl, il paraissait logique de traiter d'abord le sable par ce dernier acide dans le but de se débarrasser de la majeure partie du fer. Ce procédé présentait en outre l'avantage de décomposer et de dissoudre un certain nombre d'autres corps.

Un traitement consécutif à l'eau régale devait extraire l'or et permettre de le caractériser ultérieurement.

Or cette méthode d'exécution méthodiquement appliquée ne fournit aucun résultat positif. L'application directe de l'eau régale se trouve dans le même cas et ce à raisons des motifs exposés précédemment.

L'analyse complète et minutieuse des minerais en cause donne la clef de l'inefficacité de l'intervention de HCl puis de l'eau régale.

Si l'on examine, en effet, le Tableau d'analyse de ces minerais, on peut légitimement prétexter la présence du manganèse [1] pour lui faire grief d'être la cause indirecte de la dissolution de l'or par HCl en raison de la formation de traces suffisantes de chlore sous la *forme naissante*.

En additionnant de l'or d'une très petite quantité de MnO^2 et traitant ce mélange par HCl, on peut se convaincre, en effet, de la facilité avec laquelle l'or se dissout.

Les observations précédentes m'ont conduit à adopter le procédé suivant pour rechercher l'or dans les minerais auro-manganésifères.

Non seulement je profite de la présence de Mn, très probablement à l'état de peroxyde, mais j'ajoute encore de 5 à 10 pour 100 de MnO^2 reconnu exempt d'or. Après mélange intime, je traite par HCl pur à froid pendant 24 heures, puis au bain-marie jusqu'à ce que la liqueur, de rouge et noirâtre qu'elle était, s'éclaircisse complètement.

Après décantation et lavage à l'eau acidulée, je réduis au bain-marie jusqu'à consis-

---

(1) Sous la forme de peroxyde.

tance pâteuse *à chaud*. La masse reste encore très acide bien qu'elle ait perdu la majeure partie de son HCl. Au lieu de la reprendre par l'eau, je la précipite encore chaude dans une quantité suffisante d'alcool à 95°.

Après agitation rigoureuse, repos de 48 heures et filtration par décantation, on obtient une liqueur alcoolique tenant en solution tous les chlorures solubles dans l'alcool.

On porte alors au bain-marie et l'on fait passer un courant de H^2S pur pendant un temps variable et d'autant plus long si l'on se propose de doser des métaux ayant des sulfures insolubles dans les conditions actuelles. Il faut environ 5 ou 6 heures de courant ininterrompu pour 200^g de sable primitif et 12 heures pour 1^{kg}, davantage encore s'il s'agit de masses considérables (10^{kg} par exemple) permettant de déceler de fort petites quantités de métaux.

L'alcool présente sur l'eau les avantages immédiats suivants :

1° Il diminue la concentration des liquides à traiter en éliminant certains corps inutiles ou nuisibles, y compris la silice soluble dans l'eau.

2° Il permet une précipitation beaucoup plus rapide des sulfures insolubles surtout si l'on opère au bain-marie. Ces sulfures s'agglomèrent bien, tombent au fond du vase facilement et laissent une liqueur limpide qu'il est facile de séparer.

3° La présence du fer au maximum donne lieu en liqueur aqueuse à un abondant dépôt de soufre. Ce dépôt est considérablement réduit en liqueur alcoolique.

4° En liqueur aqueuse on a toutes les peines du monde à séparer des traces de fer, restant obstinément mélangées aux sulfures insolubles et quels que soient l'acidité de la liqueur et les lavages répétés subis par les sulfures.

L'alcool évite cet inconvénient souvent du premier coup et, dans tous les cas, il est possible facilement d'éliminer toute trace de fer par lavage des sulfures.

Le gaz sulfhydrique peut provoquer la formation secondaire de sulfures alcooliques, quand il agit longtemps. Il n'y a point à attacher d'importance à ce phénomène.

Les sulfures insolubles sont alors lavés à l'eau bouillante légèrement chlorhydrique d'abord, pure ensuite jusqu'à ce que l'action de AzO^3Hg soit négative.

On soumet ensuite les sulfures au bain-marie, à HCl pur bien exempt de AzO^3H. Après lavage on reprend par HCl avec quelques gouttes AzO^3H, on évapore à sec, on reprend deux fois par HCl, puis par l'eau. La solution des métaux précieux ainsi obtenue peut être reprécipitée par H^2S si l'on craint encore quelques traces de fer, ou traitée pour la séparation et l'isolement des métaux précieux (AzH^4Cl, acide oxalique, etc.).

Remarque. — Cette méthode, comme toutes les méthodes de la voie humide, présente peut-être moins de sensibilité qu'une fusion plombeuse bien conduite, c'est-à-dire que sur 100^g de minerai, la fusion plombeuse sera capable de déceler 29^g d'or à la tonne, tandis qu'il ne faudra pas moins de 1^{kg} de minerai traité par la voie humide pour cette même richesse en or.

De cet inconvénient découle un des avantages même de la voie humide : elle oblige à peser un poids d'or plus important, dans l'exemple cité 0,002 au lieu 0,0002.

Cette considération a sa valeur au point de vue de la certitude du résultat, quand on pèse, comme il arrive le plus souvent, avec une balance au $\frac{1}{20}$.

Quand il s'agit d'évaluer de très faibles quantités d'or je n'accorde jamais la préférence aux fusions plombeuses qui n'ont pour elles que leur facilité et leur rapidité ([1]). La voie humide, au besoin électrique, est tout à fait supérieure car on ne peut invoquer contre elle aucune incertitude à la condition d'opérer sur un poids suffisant de minerai, traité méthodiquement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les pouvoirs réducteur et catalytique du carbone amorphe vis-à-vis des alcools.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. G. Lemoine.

Le carbone employé dans ces expériences a été extrait du noir animal, lequel, comme on le sait, lavé à chaud dans un excès d'acide chlorhydrique puis à l'eau distillée, fournit un carbone à peu près pur, ne retenant qu'une petite quantité de matière siliceuse. Ce carbone, séché à 100° et très finement pulvérisé, était introduit dans un tube de verre de 60^{cm} de long sur $1^{cm},5$ de diamètre, où il formait une couche qui remplissait la longueur du tube et le tiers environ de la section; il était chauffé dans une grille à analyse par l'intermédiaire d'une rigole métallique garnie de sable fin, et sa température était donnée par un thermomètre couché à côté du tube. Les liquides à étudier arrivaient par un tube capillaire à l'entrée du tube à carbone, où ils se transformaient en vapeurs, dispositif adopté dans les expériences d'hydrogénation faites en commun avec M. Sabatier ([2]).

L'appareil étant ainsi disposé, j'ai constaté tout d'abord, que le carbone préparé comme il a été dit s'empare de l'oxygène de l'air dès la température de 200°; il réduit l'oxyde azoteux et l'oxyde azotique vers 300°, en donnant, comme avec l'air, de l'azote, du gaz carbonique et une petite quantité d'oxyde de carbone, sans que, dans aucun cas, il se produise de phénomène d'incandescence.

Ces premiers résultats m'ont conduit à expérimenter le pouvoir réducteur du carbone en question sur les composés organiques, en commençant par l'alcool éthylique.

([1]) Dans l'emploi qu'on en fait ordinairement.

([2]) P. Sabatier et J.-B. Senderens, *Ann. Chim. et Phys.*, 8e série, t. IV, mars 1905.

Les vapeurs d'*éthanol* passant sur ce carbone ont donné dès la température de 350° un dégagement gazeux qui est devenu abondant à 400°, où tout l'alcool était transformé en un mélange gazeux qui, soumis à l'analyse, présentait la constitution suivante :

Gaz carbonique	0,5
Éthylène	35,5
Oxyde de carbone	4,5
Méthane	54,7
Hydrogène	4,8

Il se produit en même temps de l'aldéhyde formique et c'est à sa destruction partielle qu'il convient d'attribuer, en même temps que l'hydrogène, les faibles quantités d'oxyde de carbone qui sont hors de proportion avec celles que fournirait la réduction de l'alcool éthylique par le carbone, laquelle devrait en outre donner de l'éthane au lieu du méthane. Quant au gaz carbonique, il s'y trouve en quantité négligeable.

Il n'y a donc pas réduction de l'alcool éthylique, mais simplement une action catalytique par laquelle le carbone amorphe opère les deux dédoublements suivants :

$$CH^3.CH^2OH = CH^2 = CH^2 + H^2O, \quad (1)$$
$$CH^3.CH^2OH = CH^4 + HCHO. \quad (2)$$

Et enfin l'aldéhyde formique, par sa décomposition partielle, fournit les petites quantités d'hydrogène et d'oxyde de carbone qui se trouvent dans le mélange gazeux.

Avec l'*alcool propylique* le second dédoublement est presque supprimé. Cet alcool en présence du carbone amorphe se décompose déjà à 300°; les gaz se dégagent en abondance vers 340°, et leur composition, qui ne varie pas sensiblement jusqu'à 400°, est la suivante :

Propylène	87,8
Oxyde de carbone	1,3
Éthane	9,5
Hydrogène	1,4

Ici encore on constate la production de formaldéhyde qui explique la présence de l'éthane et des minimes quantités de CO et H^2 dans le mélange gazeux. Le carbone intervient donc uniquement comme catalyseur pour dédoubler le propanol sensiblement d'après l'équation

$$CH^3.CH^2.CH^2OH = CH^3.CH = CH^2 + H^2O.$$

On ne saurait attribuer les résultats qui précèdent à la seule action de la chaleur, car l'alcool éthylique ne commence à se décomposer que vers 500° à 600° (M. Berthelot), et je me suis assuré que le propanol ne dégageait pas de gaz lorsque ses vapeurs passaient dans un tube de verre vide chauffé à 500°.

Ayant ensuite l'idée d'introduire dans ce dernier tube du *sable siliceux*

très fin, dans le but de mieux répartir la chaleur, je constatai que ce sable exerçait sur les deux alcools une action catalytique plus intense que le carbone extrait du noir animal, propriété que j'ai retrouvée ensuite dans la *pierre ponce*, le *phosphate bicalcique*, la *magnésie* et d'autres corps inertes qui sont à l'étude et dont quelques-uns remplaceront avec avantage, pour la préparation de certains carbures éthyléniques, l'alumine pure proposée par M. Ipatieff (¹).

C'est peut-être aux matières siliceuses que retient le noir animal après son lavage à l'acide, qu'il faudrait attribuer l'allure spéciale qui distingue son action catalytique de celle des autres charbons. Le charbon de sucre, en effet, décompose l'alcool éthylique en donnant 29 pour 100 d'oxyde de carbone et seulement 4,7 pour 100 d'éthylène; l'alcool propylique, en donnant 8 pour 100 d'oxyde de carbone et 32 pour 100 de propylène; de telle sorte qu'il semble bien qu'en ce qui concerne le propanol, le pouvoir réducteur, chez le charbon de sucre, se trouve associé à l'action catalytique, et que pour l'éthanol il soit prépondérant.

Il résulte de cet exposé que l'action catalytique du carbone amorphe sur les alcools fournit des produits assez complexes. Il n'en est plus de même lorsque, à ce carbone, l'on substitue le *phosphore rouge amorphe*. Celui-ci s'est révélé vis-à-vis des alcools comme un catalyseur remarquable, leur enlevant entre 200° et 240° une molécule d'eau, et fournissant ainsi une *méthode générale de préparation des carbures éthyléniques purs*.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la migration des principes solubles dans le végétal.* Note de M. G. André.

J'ai montré, dans ma dernière Communication (séance du 4 février 1907), que l'extrait sec des sucs retirés par expression des divers organes du *Topinambour*, du *Phytolacca decandra* et de la *Carotte* augmentait en valeur absolue à mesure que la plante se développe. Je renvoie à cette Communication ainsi qu'à celle du 10 décembre (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 972) pour les détails de l'expérience. Or, ces divers organes, racines et tubercules, tiges, feuilles, perdent, pendant leur développement, des quantités d'eau variables, souvent assez fortes, ainsi qu'il résulte de l'inspection des nombres inscrits dans les Tableaux de mes deux Notes précédentes.

(¹) Ipatieff, *Journ. Soc. physico-chim. r.*, t. XXXV, 1903, p. 577.

Pour savoir si, en réalité, la quantité de matière soluble augmente dans un organe, il faut prendre le rapport entre le poids de l'extrait sec total et celui de la matière sèche totale et comparer ces rapports entre eux aux différentes périodes de la végétation. Si ce rapport s'accroît, on pourra affirmer qu'il y a augmentation de matière soluble dans l'organe considéré. Dans le cas contraire, l'organe aura perdu une certaine quantité de matière soluble dont auront profité d'autres organes. Enfin, lorsque ce rapport sera invariable, on pourra conclure que l'apport ou la production de matières solubles est exactement compensé par un départ égal de ces mêmes matières solubles.

Pour calculer l'extrait sec *total* que contient l'organe de la plante soumis à l'expérience, on peut procéder ainsi. L'ensemble des trois pressions exercées sur la matière végétale de tel organe ayant fourni une certaine quantité de suc, on connaît, en consultant les chiffres inscrits dans les Tableaux de mes deux précédentes Notes, la quantité d'extrait renfermé dans ce suc. Mais il reste encore dans la pulpe une certaine dose d'eau et, par conséquent, de matière soluble que la pression n'a pas enlevée. Or, j'ai reconnu, en soumettant diverses matières végétales (feuilles, racines) à des pressions beaucoup plus fortes (175^{kg} et 200^{kg} par centimètre carré) que celles dont j'avais fait usage jusqu'ici, que la concentration du suc subissait de faibles variations à partir d'une pression de 25^{kg} par centimètre carré et tendait vers une valeur à peu près constante à mesure que la pression augmentait. Donc, pour connaître la quantité d'extrait que contient le liquide qui demeure dans la partie végétale considérée (pulpe) après que celle-ci a été soumise à une pression de 25^{kg}, je suppose que cette quantité d'extrait est la même que celle qu'a fournie la pression de 25^{kg} (pression III). En calculant ainsi et en rapportant à 100 parties de matière fraîche, on trouve la composition suivante pour les divers organes étudiés :

			Dans 100 parties de matière fraîche :		La matière sèche totale contient :		
			Eau.	matière sèche totale.	extrait sec total.	matière insoluble.	Rapport : Extrait sec total / Matière sèche totale
Topinambour.	Racines et tubercules.	18 juin 1906	84,87	15,13	7,34	7,79	0,48
		17 juillet	76,47	23,53	13,16	10,37	0,55
		19 septembre	78,08	21,92	16,25	5,67	0,74
	Tiges.	18 juin	90,26	9,74	4,59	5,15	0,47
		17 juillet	79,30	20,70	7,72	12,98	0,37
		19 septembre	68,23	31,77	19,46	12,31	0,61
	Feuilles.	18 juin	84,05	15,95	4,26	11,69	0,26
		17 juillet	79,58	20,42	4,75	15,67	0,23
		19 septembre	75,83	24,17	6,51	17,66	0,26

			Dans 100 parties de matière fraîche :		La matière sèche totale contient :		Rapport :
			Eau.	matière sèche totale.	extrait sec total.	matière insoluble.	$\frac{\text{Extrait sec total}}{\text{Matière sèche totale}}$.
Phytolacca.	Racines.	22 juin	88,02	11,98	3,84	8,14	0,32
		10 septembre	86,12	13,88	6,58	7,30	0,47
	Tiges.	22 juin	92,90	7,10	4,39	2,71	0,61
		10 septembre	75,89	24,11	6,55	17,56	0,27
	Feuilles.	22 juin	85,75	14,25	9,33	4,92	0,65
		10 septembre	79,36	20,64	11,18	9,46	0,54
Carotte.	Racines	6 juillet	89,67	10,33	5,92	4,41	0,57
		3 septembre	85,67	14,33	8,40	5,93	0,58
	Tiges et feuilles.	6 juillet	84,24	15,76	6,66	9,10	0,42
		3 septembre	80,97	19,03	9,24	9,79	0,48

Il ressort de l'examen des rapports $\frac{\text{Extrait sec total}}{\text{Matière sèche totale}}$ que la matière soluble augmente chez les racines de *Topinambour* dans le rapport de 1 à 1,5, dans l'espace de 3 mois, ainsi que chez celles du *Phytolacca* dans l'espace de 2 mois et demi. Chez ces deux végétaux, la racine joue donc bien le rôle d'organe de réserve. Dans la racine de *Carotte*, le rapport n'a pas changé après 2 mois de végétation. Dans les tiges du Topinambour, l'accroissement de matière soluble est encore très marqué, puisque le rapport précédent, égal à 0,47 au 18 juin, prend une valeur beaucoup plus considérable (0,61) au 19 septembre, après avoir présenté un minimum (0,37) le 17 juillet, époque de l'apparition des tubercules sur les racines. La matière soluble s'est donc accumulée chez cette plante aussi bien dans les racines et tubercules que dans la tige. Dans les tiges de *Phytolacca*, le rapport en question a passé de 0,61 (22 juin) à 0,27 (10 septembre) : il y a donc diminution de matière soluble alors qu'il y a enrichissement dans la racine pendant la même période. Chez les tiges et feuilles de Carotte, le rapport s'est accru, mais faiblement.

Dans le cas des feuilles de Topinambour, on voit que le rapport est à peu près constant, ce qui semble indiquer, à côté d'une production active de matière soluble (sucres), un départ égal de matière vers la tige et la racine. Quant aux feuilles de *Phytolacca*, la diminution du rapport implique l'existence d'un mouvement de sortie des matières solubles non compensé par une production correspondante. Chez les plantes de *Phytolacca* examinées, la floraison était abondante au 10 septembre, alors que le Topinambour n'avait pas encore fleuri le 19 septembre. On peut donc expliquer la diminution du rapport précédent dans les feuilles de *Phyto-*

lacca par cette circonstance que les feuilles fournissent de la matière soluble à la fois aux racines et aux graines en voie de formation.

Les données que je viens de développer montrent comment on peut tirer parti de l'étude de la variation du poids des matières solubles qui constituent les extraits pour expliquer certains phénomènes de la migration.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Transformations dans l'organisme et élimination de l'acide formique et des formiates.* Note de M. C. **Fleig**, présentée par M. Armand Gautier.

L'acide formique et les formiates introduits dans l'organisme seraient, d'après Rabuteau, brûlés puis éliminés par l'urine à l'état de bicarbonates, tandis que pour Schotten, Gréhant, Quinquand, et d'autres auteurs, ils passeraient en majeure partie dans les urines sans éprouver la moindre décomposition.

Les faits que nous relatons dans cette Note prouvent l'existence d'une transformation partielle de l'acide formique dans les tissus et établissent surtout le mécanisme de cette transformation.

A la suite de l'administration de formiates, les urines deviennent alcalines et plus riches en carbonates; l'augmentation du taux des carbonates est d'ailleurs plus constante et plus intense si l'on introduit les formiates dans l'organisme de façon lente et progressive que si on les injecte massivement dans le sang.

De plus l'examen du rapport de la quantité de formiate éliminée avec l'urine à la quantité ingérée ou injectée montre que ce coefficient d'élimination urinaire est en moyenne de 64 pour 100 dans le cas d'injection intra-veineuse et de 56 pour 100 dans le cas d'ingestion par l'estomac. Les doses de formiates éliminées par la sueur ou par les divers sucs digestifs sont assez minimes pour ne pas éloigner notablement la valeur du coefficient d'élimination totale de celle du coefficient d'élimination urinaire. Les tissus transforment donc un peu moins de 36 pour 100 des formiates injectés dans le sang et un peu moins de 44 pour 100 des mêmes sels introduits par le tube digestif. L'inconstance de la proportion des carbonates de l'urine après le traitement formiaté s'explique par la possibilité d'une élimination de l'acide carbonique par les poumons.

En ce qui a trait au mécanisme des mutations subies par les formiates,

on peut se demander d'abord dans quels organes ou tissus celles-ci ont lieu. Battelli a démontré une oxydation de nature diastasique de l'acide formique par des extraits de foie et de muscles *en présence d'eau oxygénée*. Nous avons répété avec succès ses expériences et obtenu, en outre, toujours *en présence d'eau oxygénée*, des résultats de même ordre avec des extraits de muqueuse intestinale, de rate, de rein, de poumon.

Cette oxydation a lieu aussi à l'état physiologique : Sur des solutions de formiates, nous avons étudié l'action du sang, de macérations fraîches de foie, d'intestin, de rein, puis l'action de mélanges de sang et de macérations fraîches de ces mêmes organes, toutes ces expériences étant faites à la température du corps avec aération du milieu par un courant d'air ou d'oxygène, *sans addition d'eau oxygénée;* dans le cas des mélanges de sang et de macérations d'organes l'oxydation des formiates s'est produite, tandis que le sang ou les macérations d'organes employés séparément sont restés inefficaces. Avec le foie nous avons pu, en outre, obtenir la même oxydation en pratiquant, dans cet organe, une circulation artificielle de sang défibriné additionné de 1 pour 100 de formiate de soude.

Pour suivre la destruction de l'acide formique dans les divers milieux organiques, une première méthode était de doser la *quantité de* CO^2 *dégagée* d'une part, par le liquide organique témoin, c'est-à-dire non additionné de formiate, et, d'autre part, par le même liquide additionné de 1 pour 100 de formiate. Une deuxième méthode était basée sur les *différences de pouvoir réducteur vis-à-vis du permanganate du liquide organique témoin et du même liquide formiaté, avant et après le passage d'un courant d'air ou d'oxygène* d'une durée de 12 à 15 heures. Soient r le pouvoir réducteur du liquide organique témoin et R celui du même liquide formiaté, au début de l'expérience; r' et R' les pouvoirs réducteurs respectifs après aération des liquides; $r - r'$ représente la diminution de pouvoir réducteur due à l'autolyse spontanée, $R - R'$ la diminution de pouvoir réducteur due, d'une part, à la même autolyse, d'autre part à l'oxydation d'une certaine quantité x de formiate : donc $R - R' = (r - r') + x$; d'où $x = R - R' - (r - r')$. Dans le cas où $R - R' > r - r'$, x a une valeur positive, c'est-à-dire qu'il y a eu oxydation; au contraire, si $R - R' = r - r'$, on a $x = 0$, c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'oxydation.

La transformation de l'acide formique dans l'organisme ne peut s'effectuer qu'en milieu aérolisé : Battelli a montré qu'en l'absence d'oxygène la cellule vivante ne peut *dédoubler* l'acide formique avec dégagement de méthane et d'hydrogène ni le *décomposer*.

Si l'acide formique, au lieu d'être injecté dans le sang, est introduit dans l'estomac, une partie est déjà transformée dans le tube digestif par les microbes intestinaux : des solutions de formiates mises à l'étuve en contact

avec une certaine quantité de matière du contenu intestinal nous ont permis de constater une diminution de leur titre d'autant plus marquée que l'expérience était prolongée plus longtemps ($\frac{1}{12}$ en 12 heures, $\frac{1}{8}$ en 24 heures, $\frac{1}{4}$ en 48 heures). Le volume d'hydrogène obtenu dans cette fermentation étant le double du volume de CO^2, le dédoublement produit dans le tube digestif doit donc pouvoir se représenter par l'équation établie par Hoppe-Seyler à propos de l'action des microbes de la boue d'égout sur les formiates :

$$(H.COO)^2Ca + H^2O = CO^3Ca + CO^2 + 2H^2.$$

A côté de la réaction de dédoublement dans le tube digestif doit aussi intervenir un processus d'oxydation, la proportion de formiate décomposée étant ordinairement plus grande si l'on fait barboter de l'air dans le liquide que si celui-ci n'est pas aéré.

Cette intervention des microbes intestinaux permet d'expliquer la différence signalée plus haut dans le taux du coefficient de l'élimination formiatée suivant qu'il s'agit d'injection intra-veineuse ou d'ingestion par la voie stomacale.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le caractère brusque de l'activation du suc pancréatique par les sels de calcium.* Note de M. C. DELEZENNE, présentée par M. ROUX.

Dans mes premières recherches ([1]) sur l'activation du suc pancréatique par les sels de calcium, j'appelais déjà l'attention sur ce fait que l'activation *ne se réalise qu'après un temps perdu plus ou moins considérable.* Je montrais, en outre, qu'un suc activé peut être complètement débarrassé des sels solubles de calcium qu'il renferme, sans perdre en aucune façon les propriétés nouvelles qu'il a acquises. Les sels de chaux solubles, dont la présence détermine la formation de la trypsine active, ne sont nullement indispensables à l'action digestive du ferment définitivement constitué.

Une analyse plus complète et plus minutieuse du mode d'action des sels de calcium me conduit à une notion nouvelle : quel que soit le temps perdu qu'elle nécessite, l'activation du suc pancréatique *se produit toujours*

([1]) *Comptes rendus,* 13 novembre et 27 novembre 1905. — *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 18 novembre et 25 novembre 1905.

brusquement et présente les caractères d'un véritable phénomène explosif. Ceci peut être aisément démontré par deux ordres d'expériences.

Ajoutons à du suc pancréatique naturel et rigoureusement inactif, une dose suffisante de $CaCl^2$ pour en déterminer sûrement l'activation ($0^{cm^3},15$ d'une solution 2Nm par centimètre cube de suc), et portons aussitôt le mélange dans le thermostat à 40°. Faisons, à partir de ce moment, d'heure en heure, une prise de $0^{cm^3},2$ dans le mélange et ajoutons-la aussitôt à un tube contenant 2^{cm^3} de gélatine à 10 pour 100, porté lui-même préalablement à la température de 40°. Après 10 minutes de séjour à cette température, plongeons le tube dans un bain d'eau à 10°. Si la gélatine n'a subi aucune modification, elle se gélifiera comme dans le tube témoin, c'est-à-dire en 2 à 3 minutes, tandis que si elle a été digérée elle restera indéfiniment liquide.

Cette première expérience nous montrera que, pour un échantillon de suc pancréatique déterminé, les prises faites au point de départ, 1 heure, 2 heures, 3 heures et 4 heures plus tard, n'exercent aucune action sur la gélatine; remis dans le thermostat aussitôt après gélification, les tubes pourront même y être maintenus plusieurs heures sans que la gélatine soit visiblement modifiée.

Sachant maintenant que l'activation s'opère entre la quatrième et la cinquième heure, réalisons un nouveau mélange de suc pancréatique et de $CaCl^2$, identique au premier, portons-le dans le thermostat et faisons à partir de la quatrième heure les prises de 10 en 10 minutes. Ce nouvel essai nous montrera que l'échantillon de suc prélevé au bout de 4 heures 30 minutes, par exemple, ne modifie en aucune façon la gélatine, alors que l'échantillon prélevé 10 minutes plus tard, soit après 4 heures 40 minutes, la digère complètement en quelques minutes. Bien plus, il nous suffira, le plus souvent, pour obtenir une digestion rapide de la gélatine, d'une dose dix, vingt et même cent fois inférieure à celle qui se montrait totalement inactive 10 minutes auparavant.

En opérant avec certaines précautions, sur lesquelles il y aura lieu d'insister plus tard, nous pourrons rapprocher les prises davantage encore et observer aisément que le suc, qui était encore tout à fait inactif après 4 heures 35 minutes, par exemple, a acquis son maximum d'activité au bout de 4 heures 38 minutes. C'est bien le maximum, car, à partir de ce moment, le suc activé, maintenu à 40°, s'atténue progressivement, encore que d'une façon assez lente.

Si nous avons pu obtenir des résultats aussi démonstratifs c'est que nous avons bénéficié de deux circonstances favorables: 1° la gélatine liquide peut être totalement digérée en un très court espace de temps par une faible dose de trypsine; 2° la présence de la gélatine retarde par elle-même de beaucoup l'activation du suc.

On peut d'ailleurs réaliser des conditions tout aussi favorables en opérant non plus sur la gélatine, mais sur l'ovalbumine coagulée. Il suffit pour cela d'appliquer à l'expérience les deux données suivantes: 1° on peut débarrasser un suc activé de la chaux soluble qu'il contient sans modifier en aucune façon les propriétés nouvelles qu'il a acquises, fait que nous avons

établi antérieurement; 2° on empêche indéfiniment l'activation si l'on précipite le sel de chaux même quelques minutes seulement avant l'instant précis où le phénomène doit avoir lieu, fait que nous avons depuis lors constaté.

Adressons-nous à un suc pancréatique dialysé en présence de NaCl à 8,5 pour 1000, pour réduire au minimum la quantité de chaux nécessaire à l'activation. Répartissons ce suc par portions de 2^{cm^3} dans une série de tubes à essai, ajoutons à chacun d'eux $0^{cm^3},2$ d'une solution 0,1 Nm de $CaCl^2$, et portons-les simultanément à 40°. Une expérience préalable sur la gélatine nous a montré que l'activation se produisait entre la sixième et la septième heure, par exemple. A partir de la sixième heure, ajoutons à chacun des tubes, et successivement de 5 en 5 minutes, une dose d'oxalate d'ammoniaque plus que suffisante pour précipiter toute la chaux soluble, et introduisons aussitôt, dans le mélange, un cube d'albumine. Nous verrons que, dans tous les échantillons où la précipitation a été réalisée entre 6 heures et 6 heures 25 minutes, les cubes d'albumine restent complètement intacts, même après 3, 4 et 5 jours d'étuve, alors que dans tous les échantillons suivants les cubes d'albumine sont complètement digérés en 5 à 6 heures.

Je m'étais déjà demandé, lors de mes premières publications, si le processus de l'activation du suc pancréatique par les sels de chaux ne doit pas être rapproché de la formation du fibrin-ferment. Les expériences qui viennent d'être rapportées montrent déjà entre les deux ordres de phénomènes un parallélisme très étroit. L'analogie se poursuit plus loin encore; en particulier dans l'activation du suc pancréatique, comme dans la formation du fibrin-ferment, *la nature physique de la paroi* avec laquelle les liquides sont en contact joue un rôle des plus intéressants.

ENTOMOLOGIE. — *Un Diptère vivipare de la famille des Muscides à larves tantôt parasites, tantôt végétariennes.* Note de M. J. **Künckel d'Herculais**, présentée par M. Edmond Perrier.

Lorsqu'en 1894 (¹) nous exposions les premiers résultats de nos observations sur certains Diptères parasites en faisant connaître le rôle de quelque importance joué en Algérie par une petite Muscide, que nous désignions alors sous le nom d'*Anthomyia cana* Macquart, dans la destruction des œufs des Acridiens, Criquets pèlerins ou Stauronotes marocains, nous ne soupconnions pas tout ce qu'offrait de curieux la biologie de ce minuscule moucheron.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXVIII, p. 1894, 1359.

Dans la République Argentine nous rencontrions également une Anthomyide dont les larves, d'une abondance extrême, pouvaient compter parmi les plus actives et les plus puissantes destructrices des pontes des Criquets américains (*Schistocerca americana* Drury). La fécondité de ces petites Muscides nous fut bientôt expliquée; douées d'un merveilleux odorat, elles venaient rôder, aussi bien dans notre laboratoire situé dans la ville même de Buenos-Aires que dans celui dont nous disposions en pleine campagne, à Palermo, autour des couvre-plats qui abritaient les pontes des Sauterelles servant à nos études, et nous ne tardions pas à surprendre les femelles, pressées d'assurer le sort de leur progéniture, cherchant à pénétrer à travers les toiles métalliques; mais, bientôt rebutées, nous les voyions insinuer leur abdomen, alors démesurément allongé, entre les mailles de la toile; nous nous attendions à les voir déposer des œufs, à la façon d'autres Muscides aux larves oophages, telles que les *Idia lunata* Fab. dont nous avons écrit l'histoire (1); mais notre surprise fut grande en remarquant, à maintes reprises, qu'elles laissaient échapper de jeunes larves, infimes asticots, qui tombant sur la terre recélant les œufs des Acridiens, s'enfouissaient sans retard. Il n'y avait donc aucun doute à avoir: l'Anthomyide américaine n'était pas ovipare, mais *vivipare*.

Si inattendue et si intéressante que fut l'observation, elle ne pouvait demeurer sous une forme imprécise; il était nécessaire de déterminer l'état civil des Anthomyides parasites. L'*Anthomyia* algérienne avait bien été déterminée, *A. cana* Macquart, d'après un type conservé dans les collections du Muséum, mais de provenance inconnue; c'était, pour ainsi dire, une espèce retrouvée. Elle avait une grande ressemblance avec l'*Anthomyia* américaine; je n'osai cependant pas, de mon propre chef, les identifier; j'eus recours aux lumières des diptérologistes les plus compétents; M. Th. Becker, de Stettin, rapporta les spécimens algériens et argentins soumis à son examen, et comparés à l'*A. cana* type, à cette espèce (novembre 1901). D'autre part, les mêmes spécimens argentins, mâles et femelles (avril 1899), provenant de mes éducations, ayant été envoyés par moi de Buenos-Aires à M. Meade de Bradford, celui-ci assimila les mâles et les femelles à l'*Anthomyia* (*Chortophila* Rondani) *cilicrura* Rondani, mais il ajoutait ce renseignement : « J'ai reçu autrefois cette Mouche de New-York et de Boston, où elle est très connue comme destructrice des œufs de Sauterelles. » Remontant aux sources, nous apprenions en effet que l'*Anthomyia* observée par Riley, décrite et figurée par lui sous le nom d'*A. angustifrons*, avait été reconnue par Rondani, en la comparant avec ses types, et par Meade lui-même, comme étant l'*Antho-*

(1) Le professeur Riley n'avait-il pas prétendu d'ailleurs que les Anthomyies à larves oophages qu'il avait observées aux États-Unis étaient ovipares?

myia (*Chortophila*) *cilicrura* Rondani (1883). Lintner, dans son étude sur les Anthomyies des États-Unis, reproduisant les observations, les descriptions et les figures données par Riley, adoptait l'opinion de Meade. Dans l'intention d'arriver à toute la précision possible, nous communiquions (octobre 1904) ces mêmes spécimens algériens et argentins de la petite Muscide à un spécialiste des plus autorisés, P. Stein, de Genthin (Brandebourg), qui me répondit que tous les spécimens, mâles et femelles, se rapportaient à la *Chortophila cilicrura* Rondani. La concordance des opinions levait tous les doutes.

Il restait toutefois un point à éclaircir. Qu'était l'*Anthomyia* que les conservateurs de l'Indian Museum de Calcutta avaient obtenue des grappes ovigères du Criquet pèlerin (*Schistocerca peregrina* Olivier) qui provenaient de Peshawar (nord-ouest du Punjab) et que le diptérologiste J. Bigot avait nommée *Anthomyia peshawarensis*? L'examen des figures dessinées par E. Cotes nous donnait la quasi-certitude que cette petite Mouche était la même que celle que nous avions élevée en Algérie; M. A.-W. Alcock, Superintendant de l'Indian Museum de Calcutta, ayant eu l'extrême obligeance de me communiquer trois exemplaires de l'*A. peshawarensis* Bigot types (21 janvier 1905), nous avons eu les éléments de comparaison qui ont changé nos prévisions en certitude.

Si nous faisons la synthèse de ces diverses consultations, nous acquérons cette conviction : c'est que la petite Mouche Anthomyie dont la larve, dans l'ancien et le nouveau continent, est une des plus grandes destructrices des œufs de Sauterelles, d'espèces les plus diverses (*Caloptenus spretus*, aux États-Unis; *Stauronotus maroccanus*, en Algérie; *Schistocerca peregrina*, en Algérie et dans l'Inde; *Schistocerca americana*, dans l'Amérique du Sud), n'est autre que l'*Anthomyia* (*Chortophila*) *cilicrura* Rondani; l'espèce est donc universellement répandue.

Comment cette Muscide peut-elle avoir une aire de dispersion aussi étendue? Cela tient aux mœurs spéciales de ses larves; en effet, si nous nous reportons aux observations biologiques faites par différents naturalistes, nous arrivons à cette conclusion : c'est que les larves d'*A*. (*Chortophila*) *cilicrura* n'ont pas un régime animal exclusif, car dans certaines conditions elles sont *végétariennes*. Meade signale, en effet, qu'il a reconnu, dans des échantillons qui provenaient des éducations faites par Miss Eleanor Ormerod et par M. Dunn, de petites larves attaquant les bulbes des Oignons et des Échalottes, *A*. (*Chortophila*) *cilicrura;* d'autre part, le D[r] Villeneuve, qui consacre ses loisirs à l'étude des Diptères, m'a fait connaître que cette Mouche est très commune dans nos potagers, et que M. Estit, à l'exemple

de Gouraud et de Bouché (¹), élève souvent sa larve parasite du Poireau, des Oignons, du Persil; enfin mon collègue M. Pierre Lesne l'a obtenue de larves vivant dans des tiges d'Asperges plus ou moins altérées.

Si donc cette Anthomyie s'attaque à ces divers végétaux, partout cultivés, dans des conditions qu'il serait bon de déterminer avec précision, car les larves vivent dans le magma résultant de la pourriture des tissus, on comprend qu'elle peut avoir une aire de dispersion s'étendant sur les deux mondes; d'après cela l'on ne s'étonnera plus qu'elle soit toujours présente pour se jeter, quand s'offre l'occasion, sur les œufs des Sauterelles d'invasion.

ZOOLOGIE. — *Histolyse, sans phagocytose, des muscles vibrateurs du vol, chez les reines des Fourmis.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Alfred Giard.

Dans une Note précédente (²) j'ai exposé que, chez les reines des Fourmis, la musculature productrice des vibrations du vol, musculature qui constitue le plus volumineux de tous les organes du corps, mais qui ne fonctionne qu'une fois, pendant quelques heures, au cours d'une existence d'une dizaine d'années, disparaît complètement après le vol nuptial et se trouve remplacée, ultérieurement, par des colonnettes d'adipocytes (³).

D'une étude minutieuse de la dégénérescence de cette musculature chez la reine de *Lasius niger*, il résulte qu'elle se produit absolument sans aucune intervention de phagocytose.

L'histolyse commence très peu de temps après le vol nuptial. Elle ne débute pas simultanément, et ne marche pas avec la même vitesse, dans tous les faisceaux musculaires d'un même individu. On trouve, en effet, constamment, à côté de quelques faisceaux en apparence intacts, des faisceaux où la dégénérescence est à des degrés d'avancement très divers et même, parfois, presque complètement terminée.

Le résultat de cette histolyse est un enrichissement très considérable du sang. Très aqueux, et laissant dans les préparations les espaces interor-

(¹) Gouraud et Bouché donnaient à cette petite Anthomyie le nom d'*A. platura* Meigen. Elle porte encore bien d'autres noms.

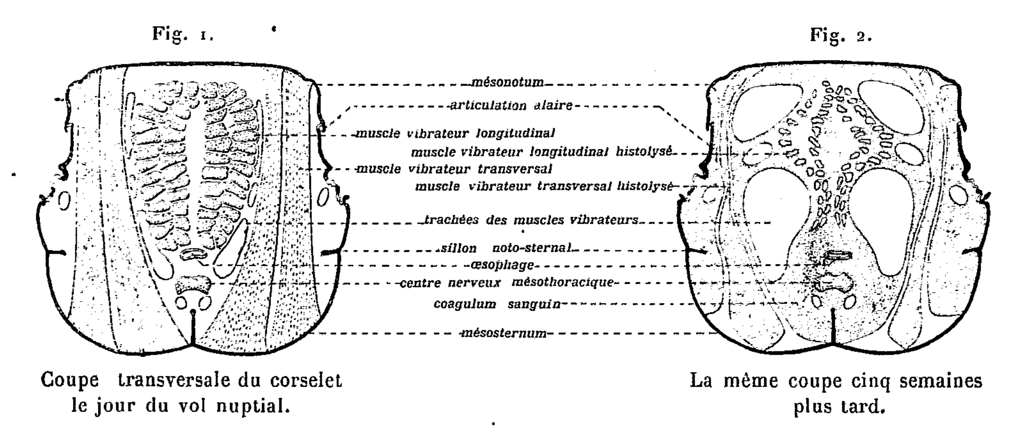
(²) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1095.

(³) *Loc. cit.*, *fig.* 1 et 2.

ganiques tout à fait clairs, chez les individus fixés le jour du vol nuptial (*fig.* 1), il devient extraordinairement riche en substances albuminoïdes et donne, sous l'action de la chaleur, un coagulum très épais et très colorable dès que l'histolyse est un peu avancée, et surtout lorsqu'elle est terminée (*fig.* 2).

De ce que le liquide sanguin s'enrichit progressivement, à partir de

Fig. 1. Fig. 2.



Coupe transversale du corselet le jour du vol nuptial.

La même coupe cinq semaines plus tard.

l'instant où la dégénérescence des muscles a commencé, et de ce que les faisceaux musculaires ne sont touchés que les uns après les autres par cette dégénérescence, il résulte que le milieu dans lequel s'accomplit l'histolyse complète d'un faisceau donné est, à la fois, variable et différent du milieu dans lequel s'accomplit l'histolyse d'un autre faisceau, même voisin. Cela entraîne des apparences variées correspondant à des différences réelles dans le détail du processus de l'histolyse des divers faisceaux d'un même individu.

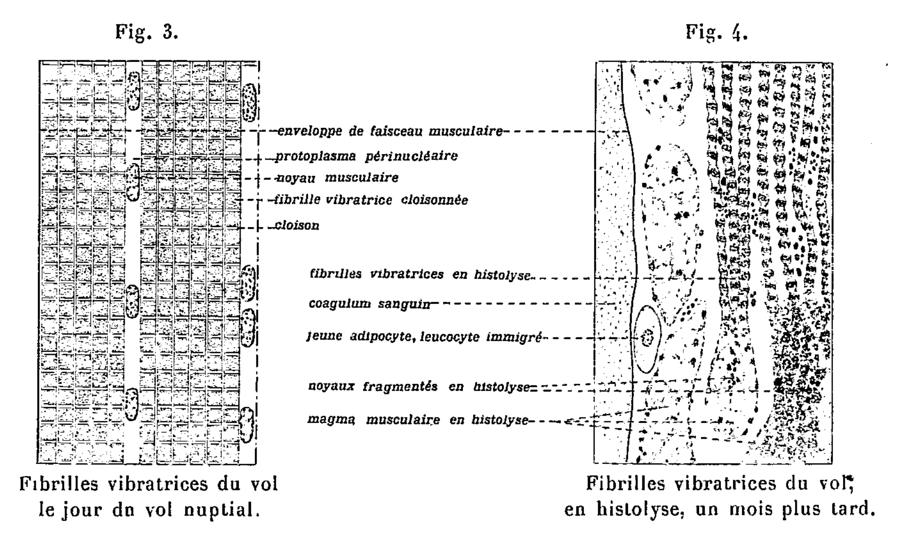
Au moment du vol nuptial, les fibrilles vibratrices, bien gonflées et bien tendues, sont parfaitement cylindriques et rectilignes. Les noyaux musculaires, bien alignés, sont logés entre les fibrilles. Ils sont plongés dans la même substance protoplasmique que celle qui remplit les espaces interfibrillaires (*fig.* 3).

Le début de l'histolyse se traduit par une altération des fibrilles qui perdent leur netteté. Ensuite, le plus souvent, elles se contractent, deviennent onduleuses, s'égrènent en éléments correspondant à leur cloisonnement et finissent par devenir indistinctes. Elles sont alors fusionnées en un magma dans lequel la chromatine des noyaux musculaires se trouve fragmentée en grains fortement colorables par l'hématoxyline.

Ce magma se dissout peu à peu par sa surface et se découpe en petites masses, parfois bien ovoïdes, souvent irrégulières et corrodées (*fig.* 4).

Quant aux enveloppes des faisceaux, elles sont respectées par l'histolyse et se retrouvent longtemps après la disparition complète des muscles (*fig.* 2).

Au cours de la dégénérescence, c'est-à-dire depuis le moment où le muscle est encore intact jusqu'à celui où il n'en reste plus d'autre trace



Fibrilles vibratrices du vol le jour du vol nuptial.

Fibrilles vibratrices du vol en histolyse, un mois plus tard.

que les enveloppes de ses faisceaux, il n'y a certainement aucune phagocytose, c'est-à-dire aucun englobement, par un leucocyte amiboïde, de particules solides du muscle en histolyse.

Il y a bien, à l'extérieur des faisceaux, des cellules granuleuses ressemblant plus ou moins à des phagocytes bourrés; il y a bien aussi des leucocytes qui, eux, pénètrent réellement dans l'intérieur des faisceaux en histolyse (*fig.* 4); mais, en réalité, ni les uns ni les autres ne sont des phagocytes.

Les premières sont des cellules amiboïdes granuleuses dont l'existence est bien antérieure au vol nuptial et, par conséquent, bien antérieure au début de l'histolyse. Elles restent d'ailleurs toujours séparées des masses musculaires en dégénérescence par les enveloppes persistantes des faisceaux, en sorte qu'elles sont dans l'impossibilité d'incorporer le moindre fragment solide de ces masses.

Quant aux secondes, ce sont les cellules initiales des adipocytes qui se préparent à prendre, dans l'intérieur des enveloppes des faisceaux histolysés, la place du tissu musculaire disparu.

Chez les Insectes, de semblables leucocytes, ayant commencé, dans di-

verses parties du corps et à divers stades du développement, à se transformer en adipocytes pourvus de globules albuminoïdes, paraissent avoir été pris parfois, par erreur, pour des phagocytes.

PARASITISME. — *Sur la fructification des champignons pathogènes à l'intérieur même des tissus chez l'Homme.* Note de MM. **Charles Nicolle** et **Pinoy**, présentée par M. Roux.

Jusqu'à ces derniers temps, les auteurs qui avaient étudié les champignons pathogènes les considéraient comme incapables de fructifier à l'intérieur des tissus animaux. On croyait que seuls les champignons causant des maladies de la peau, des otomycoses, des pneumomycoses, pouvaient donner leurs organes de fructification soit parmi les squames de la peau, soit dans le conduit auditif, soit dans les bronches et la trachée.

L'étude systématique des champignons causant les mycétomes connus ordinairement sous le nom de *pied de Madura* montre combien cette conception était inexacte.

Tout d'abord, dans un cas de mycétome à gros grains blancs parfois teintés légèrement de brun, il nous a été possible de trouver dans les grains des formes *Aspergillus* incontestables et des conidies. Grâce à cette constatation, nous pouvions affirmer que la culture d'*Aspergillus* (*sterigmatocystis*) *nidulans var. Nicollei* (Pinoy) que nous avions obtenue en partant des grains était bien la culture du champignon pathogène.

La publication de notre travail incitait Brumpt à reprendre l'examen des coupes d'un cas de mycétome à grains noirs déjà étudié par Bouffard, et il fut assez heureux pour retrouver des têtes d'*Aspergillus* tout à fait bien conservées, ainsi que de nombreuses conidies.

Cette propriété de fructifier à l'intérieur des tissus humains était-elle spéciale aux *Aspergillus*?

L'étude d'un nouveau cas de mycétome à grains noirs, petits, durs, cassants, dont nous avons obtenu la culture du parasite, nous permet de répondre.

Sur les milieux usuels (carotte, milieu de Sabourand, pomme de terre), le champignon isolé, en dehors de chlamydospores terminales et intercalaires, ne donne que de rares spores mycéliennes à la température de 37°. Aussi, provisoirement, avions-nous adopté le nom d'*Oospora mycetomi* (Laveran).

En ensemençant le champignon sur des fragments de bambous stérilisés, nous avons obtenu une forme conidienne caractéristique. C'est une spore ovale, mesurant 10^{μ} sur 6^{μ}, brune, échinulée, se formant isolément à l'extrémité d'un filament. La spore se détache avec une portion du filament qui la porte. A l'aide de ces caractères, nous pourrons sans doute identifier le champignon parasite avec l'une des nombreuses Dématiées qui vivent sur le bois mort.

Or, dans les coupes d'un fragment de tissu contenant quelques grains, prélevé chez le malade, nous avons retrouvé ces spores de forme si caractéristique. On les rencontre surtout dans le tissu qui environne les grains.

La meilleure manière de les rechercher est de colorer les coupes avec du bleu de toluidine en solution aqueuse à 1 pour 100 et de différencier à l'alcool absolu. Les conidies absolument normales apparaissent en bleu violet sur le fond bleu de la préparation.

Il est curieux de voir qu'ici le milieu humain est plus favorable pour la production des conidies que les milieux usuels.

Nous n'insisterons pas sur l'utilité que pourra présenter, pour le diagnostic, le pronostic et le traitement des mycétomes, la détermination exacte du parasite par la méthode des cultures et la recherche des formes de fructification.

Actuellement nous ne retiendrons que ce fait : les champignons saprophytes qui deviennent parasites peuvent donner leurs formes de fructification même normales à l'intérieur des tissus de l'Homme et, vraisemblablement aussi, des animaux supérieurs.

PHYSIOLOGIE. — *Différences fondamentales dans le mécanisme et l'évolution des augmentations de résistance à l'infection suivant les procédés utilisés.* Note de MM. **Charrin** et **Lévy-Franckel**, présentée par M. d'Arsonval.

Différents procédés permettent d'augmenter la résistance de l'organisme à l'action des microbes. En apparence, malgré la diversité des moyens utilisés, les résultats sont les mêmes : les animaux se montrent réfractaires aux inoculations qui, pour eux, auparavant étaient mortelles. Toutefois, en particulier, quand pour accroître cette résistance, on a recours, d'une part, à des toxines, d'autre part, à un sérum antitoxique, l'expérimentation établit à quel point sont distinctes, soit les modifications imprimées à l'économie, soit l'évolution de l'augmentation de cet état réfractaire ou la marche des propriétés utiles conférées aux humeurs des animaux.

Expérience I. — Le 2 mai 1906, matin et soir, sous la peau de 4 lapins, 1, 2, 3, 4, on injecte $0^{cm^3},5$ de culture pyocyanique chauffée, durant un quart d'heure, à 80°. Le lendemain, on renouvelle ces injections, mais en les portant à 1^{cm^3} et en utilisant une toxine dont la température n'a été élevée qu'à 58°.

Le 4 mai, par voie intra-veineuse on inocule les lapins 1 et 2 ainsi que les témoins *a* et *b*; chacun reçoit $\frac{2}{3}$ de centimètre cube d'une culture pyocyanique. Ce même jour, on saigne les lapins 3 et 4.

Le 6 mai, à 9^h du matin, le témoin *b* meurt; le lapin 1 succombe à 4^h, le témoin *a* à 6^h45^m et le lapin 2 dans la nuit du 6 au 7.

Ce 6 mai, deux lapins 5 et 6, plus un témoin *c* reçoivent $0^{cm^3},5$ d'une culture pyocyanique. En même temps, à ces lapins 5 et 6 on injecte 2^{cm^3} et le lendemain 3^{cm^3} des sérums des animaux 3 et 4.

Le 8 mai au matin, le lapin 6 et le témoin *c* sont morts; le lapin 5 succombe le 9.

Si entre la dernière injection de toxine et l'inoculation, on laisse s'écouler un intervalle plus ou moins long, on constate que 3 à 5 jours après cette dernière injection, l'augmentation de résistance commence à être sensible.

Expérience II. — Le 12 et le 13 mai 1906, matin et soir, quatre lapins I, II, III, IV reçoivent sous la peau $\frac{2}{3}$ de centimètre cube de sérum antidiphtérique.

Le 14, à un témoin A et aux animaux I et II, on inocule le bacille de Löffler. Ce même jour, on saigne les lapins III et IV.

Le 17 mai au matin, le témoin A est mort. Le lapin II succombe le 28 et l'autopsie permet de reconnaître l'existence d'une péritonite. Toutefois, les cultures obtenues en semant le foie offrent une végétation moins abondante que celles du témoin. Le 3 juin le lapin I paraît bien portant.

Ce 17 mai, on inocule une culture diphtérique à un témoin B et à un lapin V qui, le jour même et le lendemain, reçoit deux doses de $\frac{2}{3}$ de centimètre cube des sérums des animaux III et IV.

Le 20 mai, le témoin B succombe; le foie semé donne des bacilles de Löffler. Le 3 juin, le lapin V est normal.

Expérience III. — Du 16 novembre au 6 décembre 1906, tous les 2 ou 3 jours, sous la peau des trois lapins 7, 8, 9, on injecte $0^{cm^3},5$ puis 1^{cm^3} et 2^{cm^3} d'une culture pyocyanique. Pour les premières doses, on utilise une toxine portée à 100°; pour les dernières, on se borne à élever la température à 60° et à 50°.

Le lapin 7 succombe sans avoir servi.

Le 16 décembre on saigne le lapin 8.

Le 18, par voie intra-veineuse, à un lapin 10 on injecte 2^{cm^3} du sérum de ce lapin 8. Le surlendemain, à ce lapin 10 et à un témoin *d*, on inocule une culture pyocyanique.

Ce témoin *d* meurt le 23 décembre. Le 16 janvier 1907, le lapin 10 est en bonne santé.

Le 8 janvier, on saigne le lapin 9. Le lendemain on injecte 5^{cm^3} de son sérum à deux

lapins 11 et 12, qui, le 21 janvier, ainsi qu'un témoin *e* reçoivent 2$^{cm^3}$ d'une culture pyocyanique.

Le lapin 11 succombe le 26 janvier, 2 jours après ce témoin *e*; mais, fait important, alors que les cultures obtenues en semant les humeurs de l'animal *e* sont abondantes, celles de ce lapin 11 sont stériles.

Quant au lapin 12, 3 semaines après, il paraît normal.

Expérience IV. — Du 13 novembre au 5 décembre 1906, sous la peau de trois lapins VI, VII, VIII, en général tous les 2 jours, on injecte 2$^{cm^3}$ ou 4$^{cm^3}$ de sérum antidiphtérique.

Un de ces animaux n'est pas utilisé.

Le 16 décembre, on saigne le lapin VII. Le 18, on injecte 2$^{cm^3}$ de son sérum à un lapin IX qui, 24 heures après, en même temps qu'un témoin C, reçoit 1$^{cm^3}$ d'une culture du bacille de Löffler.

Ce lapin IX succombe le 22 décembre, un jour avant ce témoin C.

Le 7 janvier, on saigne le lapin VIII. Le 9, à deux lapins, X et XI, on injecte 5$^{cm^3}$ du sérum de cet animal VIII.

Le 23, une culture diphtérique inoculée provoque, en 48 heures, la mort de ces lapins X et XI. Il est vrai que le sérum a eu le temps de s'éliminer.

A la vérité, suivant les doses, les intervalles, les activités des sérums antidiphtériques ou des cultures utilisées, etc., ces résultats peuvent offrir quelques variations. Néanmoins, dans l'ensemble, ils prouvent qu'au moment où l'on cesse les injections, les animaux qui ont reçu des toxines n'offrent aucune augmentation de résistance; par contre, cette augmentation, chez les lapins traités par le sérum antidiphtérique, atteint à ce même moment son maximum. Inversement, à mesure qu'on s'éloigne de la fin de ces injections, les animaux soumis à l'influence de ces toxines se révèlent de plus en plus réfractaires et les autres de moins en moins [1].

En somme, le sérum antidiphtérique se comporte comme un médicament qui passe; il n'agit que pendant la durée, d'ailleurs variable, de sa présence : l'organisme semble demeurer inerte, passif. Au contraire, la toxine provoque de la part des tissus une réaction qui, pour s'établir, demande quelques jours; mais une fois que cette réaction a conféré aux cellules une nouvelle propriété qui les rend aptes à produire des principes bactéricides ou antitoxiques, des anticorps, la modification est durable. En définitive, au point de vue soit du mécanisme intime, soit de l'évolu-

---

[1] Si l'on porte les intensités en ordonnées et les temps en abscisses, la courbe qui représente la résistance due au sérum antitoxique tend à se rapprocher de l'axe des x et l'autre courbe à s'en éloigner.

tion, ces processus sont radicalement différents. Aussi, malgré la correction qu'apporte l'adjonction de l'épithète *passive*, il est regrettable d'appliquer au phénomène consécutif à l'emploi d'un sérum antitoxique le terme *immunité*, qui, en revanche, convient aux modifications qu'engendrent les toxines.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur la transplantation des ganglions nerveux.* Note de MM. **G. Marinesco** et **M. Goldstein**, présentée par M. A. Laveran.

Nos recherches ont porté principalement sur la transplantation des ganglions plexiforme et sympathique du chien pratiquée chez le même animal (autotransplantation).

Déjà 5 heures après l'autotransplantation du ganglion plexiforme, il existe une chromatolyse diffuse plus accusée parfois à la périphérie de la cellule. La substance fondamentale de ces cellules est colorée plus ou moins intensément. D'autres cellules ne présentent cependant qu'une légère diffusion des éléments chromatophiles dont les contours sont moins précis. Le noyau peut être légèrement déplacé et déformé. Les cellules satellites sont tuméfiées et augmentées de nombre, et dans la capsule du ganglion, ainsi que dans le tissu interstitiel, on trouve un grand nombre de polynucléaires. Les mêmes lésions se retrouvent également dans le ganglion sympathique. 10 heures après l'opération, les lésions sont beaucoup plus intenses; presque toutes les cellules du ganglion plexiforme ont une coloration diffuse dont l'intensité varie du mauve pâle au violet foncé; dans les premières, il n'y a plus de substance chromatophile et les cellules sont même en état d'achromatose; le corps cellulaire subit une légère atrophie. Le noyau réduit de volume change de forme : il est ovoïde, ellipsoïde, piriforme, etc.; parfois, sa coloration est homogène. Le nucléole, mieux conservé, est cependant plus pâle qu'à l'état normal. Le contour du noyau est irrégulier et crénelé, Dans ce cas, il y a également une réaction et une prolifération des cellules satellites qui compriment parfois le corps cellulaire et produisent des sortes d'excavations à sa périphérie. A la surface du ganglion, on trouve aussi des polynucléaires pénétrant même dans la profondeur. La méthode de Romanowski permet de voir que la plupart des cellules se colorent en rose pâle ou en rose carminé intense; celles qui sont moins altérées gardent une coloration violette.

Quinze heures après la transplantation, il n'existe presque plus de cellules possédant de la substance chromatophile et la plupart se trouvent en état d'achromatose; le procédé de Romanowski colore leur cytoplasma en rose. On observe aussi une prolifération considérable des cellules satellites et l'envahissement du ganglion par les polynucléaires que l'on retrouve à la surface et même dans la profondeur des cellules nerveuses, qu'ils semblent remplacer lorsqu'elles sont très altérées. A mesure que l'on se

rapproche de la profondeur du ganglion, le nombre des cellules nerveuses envahies par les polynucléaires est moins grand et, avec le liquide de Flemming, il est facile de constater que ces éléments jouissent de propriétés phagocytaires par rapport au cytoplasma nerveux.

Le noyau homogène offre assez souvent la lésion connue sous le nom de *karyolyse*. Les lésions ont fait peu de progrès jusqu'à 24 heures après l'opération; mais au bout de 3 jours, à cause de l'achromatose absolue, les cellules nerveuses ne sont plus que des ombres pâles dont on ne devine les contours que grâce à la colonne des cellules satellites qui les délimitent. Le noyau très atrophié se distingue difficilement ou il n'existe plus. Nous devons faire remarquer que les cellules situées à la périphérie du ganglion sont parfois moins altérées et que celles des ganglions sympathiques paraissent plus résistantes que celles des ganglions plexiformes. D'autre part, l'espèce de l'animal doit avoir aussi une influence sur l'intensité de la lésion. L'atrophie progressive des cellules aboutit à leur disparition, mais le moment de cette disparition varie avec les conditions de nutrition des cellules du ganglion transplanté. C'est ainsi que, dans un cas de transplantation du premier ganglion sacré sur le trajet de la racine du côté opposé, la grande majorité des cellules avait disparu après 7 jours. On n'en trouvait plus qu'une bordure demi-circulaire dont quelques-unes ayant gardé leur substance chromatophile quoique modifiée et les autres atrophiées. Au contraire, chez un autre chien, avec transplantation du ganglion plexiforme sur le trajet du sciatique, nous n'avons pas pu constater une diminution sensible du nombre des cellules nerveuses 8 jours après l'opération. La méthode de Cajal nous montre dans toutes les cellules en état d'achromatose la désintégration, voire même la dégénérescence du réseau endocellulaire. Quelques cellules cependant peuvent conserver encore leur structure réticulée.

PHYSIOLOGIE. — *Études sur le mécanisme de la destruction des cellules nerveuses dans la vieillesse et dans les états pathologiques.* Note de M. **Manouélian**, présentée par M. Roux.

Récemment, dans une étude sur le mécanisme de la destruction des cellules nerveuses, nous avions relaté nos observations portant sur deux cas de rage humaine. Nous avions constaté que, dans les ganglions cérébro-spinaux, les macrophages s'attaquaient aux cellules nerveuses chargées d'un grand nombre de granulations pigmentaires, pénétraient dans leur intérieur, dissociaient les amas pigmentaires et s'emparaient de ces granulations. Finalement, la cellule nerveuse se trouvait remplacée par un groupe de macrophages bourrés de pigment. Ces constatations nous inclinaient à penser que, dans la rage humaine, les neurones sensitifs périphériques étaient détruits par le mécanisme de la phagocytose. Dans nos coupes, à côté des cellules nerveuses chargées de granulations pigmen-

taires, on en voyait un certain nombre qui en étaient complètement dépourvues. Dans les macrophages envahisseurs, on n'observait alors pas la moindre granulation, mais nous pensions qu'il était logique de conclure qu'il s'agissait dans ce cas aussi d'un phénomène de phagocytose. D'autre part, nous faisions remarquer qu'avec nos méthodes usuelles de technique, nous voyions les mêmes phénomènes de destruction des cellules nerveuses, sans les granulations constatées chez l'homme, dans les ganglions cérébro-spinaux du chien, du lapin et de la chèvre; nous avions cru être en droit de faire une généralisation, et dire que la destruction et la disparition des cellules nerveuses, dans les ganglions cérébro-spinaux des rabiques, se fait par le mécanisme de la phagocytose.

Depuis nous avons fait de nombreuses recherches sur cette question.

Nous avons employé comme fixateur les mélanges contenant de l'acide osmique : liquides de Flemming, de Hermann, de Lindsay, etc. Nous avons laissé séjourner les pièces pendant plusieurs jours dans ces liquides en ayant soin de les renouveler. Pour l'inclusion à la paraffine, nous nous sommes servi de la ligroïne, qui respecte les granulations imprégnées par l'acide osmique. Souvent nous nous sommes passés d'inclusion et nous avons préféré faire des coupes à main levée. Dans ces conditions, nous avons constaté, dans les ganglions cérébro-spinaux et sympathiques des chiens atteints de rage, des faits qui viennent appuyer notre manière de voir. En effet, il nous a été donné de voir, dans le cytoplasme des cellules nerveuses, des granulations de couleur plus ou moins brune, noire, disposées souvent en amas. Lors de l'attaque des macrophages, ces granulations se trouvent accaparées par ces éléments. De semblables phénomènes se passent dans les ganglions cérébro-spinaux et sympathiques des animaux âgés. Mais, comme ici nous nous trouvons devant un processus chronique, l'intensité de la réaction des macrophages n'est pas aussi vive que dans la rage.

Nous avons étendu nos recherches sur les autres centres nerveux chez les sujets et animaux âgés (chat, chien, cheval, âne) et dans certains états pathologiques (rage et paralysie générale). Nos recherches ont surtout porté sur l'écorce cérébrale et la corne d'Ammon.

Nous savons, grâce aux travaux de Cajal, de Marinesco, de Lugaro, que beaucoup de cellules nerveuses sont accompagnées de cellules satellites, de nature névroglique, qui, probablement, jouent un rôle important dans la nutrition de la cellule nerveuse.

Que voyons-nous dans la sénilité et dans les états pathologiques? Le nombre des cellules satellites augmente; elles entourent la cellule nerveuse, pénètrent même dans son intérieur. Voilà ce que nous montre la méthode de Nissl. Appliquons les méthodes que nous venons d'indiquer.

Nous verrons les cellules nerveuses contenant un nombre variable de granulations imprégnées par l'acide osmique. Quant aux cellules satellites, un grand nombre d'entre elles contiennent des granulations imprégnées par l'acide osmique; il y en a qui en sont complètement bourrées.

Ces faits nous autorisent à penser, croyons-nous, que les cellules satellites se conduisent comme de véritables macrophages : elles incorporent les granulations des cellules nerveuses. Il est possible qu'une partie des corpuscules osmiophiles, contenus dans l'intérieur des macrophages, représentent un produit de digestion des substances de la cellule nerveuse, autres que ces granulations.

D'autre part, aussi bien dans la sénilité que dans les états pathologiques, nous avons pu déceler des fibres dégénérées, et cela non seulement dans le système nerveux central, mais encore dans les nerfs périphériques, notamment dans le sciatique.

Les mêmes méthodes, appliquées au système nerveux d'individus sains, montrent de fines et très rares granulations clairsemées dans les cellules nerveuses et les macrophages. Quant aux nerfs périphériques, il n'y a rien d'intéressant à signaler.

En somme, il résulte de nos recherches sur le système nerveux que, dans la sénilité comme dans les états pathologiques, quand l'élément noble, la cellule nerveuse, se trouve atteint dans sa vitalité, les cellules satellites (qui, à l'état normal, entourent la cellule nerveuse et semblent jouer un rôle précieux pour son fonctionnement normal) manifestent une vitalité remarquable : elles se multiplient, attaquent la cellule nerveuse, pénètrent dans son intérieur, la dévorent et la détruisent.

GÉOLOGIE. — *Des divers modes de l'activité volcanique dans la chaîne des Puys.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, présentée par M. Michel Lévy.

Au point de vue de la forme, de l'âge et de la composition chimique et pétrographique, on distingue, dans la chaîne des Puys, les volcans formés de roches acides (*volcans domitiques*) des *volcans à cratère* plus récents, ayant donné des coulées de roches plus basiques.

I. *Volcans domitiques.* — Les volcans domitiques ne sont pas aussi isolés ni aussi indépendants qu'ils le paraissent. S'ils ne sont visiblement qu'au nombre de six, leurs édifices, peut-être leurs coulées, démantelés, ont été

recouverts et masqués par les coulées des volcans à cratère qui reposent parfois sur des couches épaisses de blocs de domite, s'étendant sur 15^{km} de long, du Puy Pela à Louchadière. Dans tout cet espace, les projections des cônes sont constituées, en grande partie, sur la moitié de leur hauteur, par des débris de domite, ce qui indique une extension considérable de cette roche en surface.

Avant l'apparition des volcans à cratère, la région des Puys devait ressembler étrangement à celle du Siebengebirge.

Les volcans domitiques ont des aspects variés dus à la façon différente dont leurs laves sont sorties.

Le *Puy de Dôme* a la forme d'un énorme dyke de domite de plus de 550^{m} de haut, entouré de projections et de brèches de débris. Il a dû vraisemblablement s'élever à la façon du piton de la Montagne Pelée, dont la genèse a été si remarquablement mise en lumière par M. Lacroix; mais ses dimensions étaient plus considérables, car il ne mesure pas moins de 400 millions de mètres cubes.

Certains volcans domitiques paraissent bien avoir possédé une ébauche de cratère. Ils sont constitués, en effet, par des alternances de coulées massives, ayant débordé de tous côtés du cratère, et de couches de débris grossièrement stratifiées. Ainsi s'expliquerait la forme en coupole à sommet déprimé du Sarcoui (*Chaudron*) et peut-être du *Clierzou*.

Le *Puy des Grosmaneaux* n'est que le prolongement, disloqué plus tard par des explosions, du dyke du Puy de Dôme, vers le Sud. Le *Puy Chopine* est en grande partie démantelé et ses débris couvrent les environs. Il a pris naissance par l'intrusion de domite au milieu d'une colline granitique, de la même façon que le basalte s'est introduit au Puy de Monchar, qui possède la même altitude que lui (1200^{m}). Mais, ici, l'érosion a enlevé tout le flanc Nord de la colline qui devait atteindre près de 1300^{m}, et la domite a été ainsi mise au jour.

II. *Les volcans à cratère.* — Les édifices produits par l'activité volcanique sont également très variés dans la série des volcans à cratère. On observe, en effet :

1° *Des fentes éruptives,* le long desquelles l'émission de la lave a dû se faire tranquillement sans projections ou avec très peu de matériaux projetés, ayant formé des cônes minuscules. Les environs de Beaunit, de Nébouzat, etc., sont des plus typiques à cet égard.

2° *Des cônes de scories sans coulées.* L'appareil éruptif n'a donné que des projec-

tions. C'est un cas assez fréquent et inverse du précédent. L'édifice ainsi construit atteint jusqu'à 300^m de haut (Puys de la Goulie, des Goules, du Grand-Suchet, de Montjugheat, de Vichatel, etc.).

3° *Des cônes de scories avec un seul cratère* et à la base une, deux ou plusieurs coulées de lave de même nature ou de nature différente. C'est le cas le plus ordinaire (Puys de Pauniat, de Louchadière, de Jumes, de la Coquille, de Balmet, de la Rodde, etc.).

4° *Des cônes emboîtés, concentriques ou excentriques*, comme on en observe fréquemment au Vésuve, indiquant plusieurs périodes d'activité du volcan (Puys de Côme, de Pariou).

5° *Des cônes accouplés en série* au nombre de deux (Puys de Jumes et de la Coquille), avec trois cratères en ligne droite (Puy de Barme), ou groupés sur des fentes croisées (Puy de Monchier).

Les cônes des types 3° et 5° sont parfois *égueulés* (Louchadière, la Vache et Lassolas).

6° Il existe aussi des *cônes adventifs* accolés sur les flancs du grand cône et installés sur des fentes radiales de ce dernier (Puys de Louve, sur la Nugère, de la Taupe, etc.), ayant donné eux-mêmes de petites coulées.

7° De véritables *hornitos*, ou petits monticules de scories situés *sur la coulée* du volcan. Ceux du Tartaret, au nombre de plus de 30, sont bien connus et forment un paysage des plus étranges, rappelant certains coins volcaniques de l'Islande et du Mexique.

8° Des cratères *d'explosion* comme au Puy de l'Enfer, où la moitié du cône a été emportée par une explosion violente, ou *d'explosion* et *d'effondrement* comme le Gour de Tazanat, qui offre les plus grandes analogies avec les mares de l'Eifel et certains lacs du Latium, et sur le bord duquel on ne trouve qu'une faible quantité de scories.

Les lacs volcaniques. — On ne compte pas moins de 14 lacs produits par l'action volcanique. Ils comprennent :

1° Des *lacs cratères* occupant l'emplacement d'un ancien cratère. La narse d'Espinasse est la partie marécageuse, jadis lacustre, logée dans le Puy de l'Enfer. L'origine du lac de Tazanat a été également expliquée plus haut.

2° Des *lacs de barrage* provenant du barrage d'une vallée par un cône de scories placé en travers (Tartaret) ou par une coulée. On compte 12 lacs de cette nature qui ont été comblés souvent par des dépôts à diatomées (Randannite) et par de la tourbe.

Tous ces lacs sont destinés à disparaître dans un avenir prochain.

OCÉANOGRAPHIE. — *Fonds sous-marins entre Madagascar, la Réunion et l'île Maurice.* Note de M. J. THOULET.

Les échantillons examinés m'ont été envoyés par M. le Dr Vincent, médecin de la division navale de l'océan Indien, à bord du *d'Entrecas*

teaux, bâtiment de l'État chargé d'exécuter, au mois de mars 1906, entre Tamatave, Saint-Denis de la Réunion et Port-Louis de l'île Maurice, les sondages préliminaires à la pose d'un câble télégraphique sous-marin entre ces trois localités.

La feuille A'IV de l'Atlas bathymétrique de la Commission de Wiesbaden au $\frac{1}{10000000}$, approuvé par le Congrès international de Géographie de Washington, est considérablement modifiée, dans ces parages, par les sondages effectués. La côte Est de Madagascar est en réalité beaucoup plus abrupte qu'il n'est indiqué sur cette feuille; elle se continue sous-marinement par une fosse dont la profondeur maximum atteint 5349^{m}. Une seconde fosse sépare l'île de la Réunion de l'île Maurice.

Les trois courants qui entourent l'espace examiné, entre les Mascareignes et Madagascar, proviennent d'un dédoublement du grand courant équatorial sud de l'océan Indien, marchant d'Est en Ouest, et comprenant entre eux un centre mort. Avec la constitution géologique des terres voisines, ils expliquent d'une façon très nette la nature, la dimension des grains et la répartition des sédiments marins que j'ai analysés et examinés au microscope.

Les dépôts renferment, avec plus ou moins de calcaire, les minéraux suivants : chlorite, séricite, magma basaltique, magnétite, ilménite, péridot, zircon, quartz hyalin et feldspath.

La côte orientale de Madagascar, balayée du Nord au Sud par une des branches du courant, a fourni des sédiments provenant de schistes chloritiques à séricite. Leurs débris, représentés par des minéraux lamellaires (chlorite et séricite), ne commencent à se déposer sur le sol sous-marin qu'à une certaine distance de terre et ne s'accumulent réellement en grande quantité qu'à une distance d'une quarantaine de milles, vers 3800^{m} de profondeur, alors que le courant, approchant de son centre mort, atténue suffisamment son mouvement pour permettre aux particules aplaties de descendre sur le fond. Au contraire, le calcaire constitué par des débris de coraux, selon M. le Dr Vincent, ainsi que par des orbulines et quelques globigérines, est distribué d'une façon inverse, en abondance près de la terre et diminuant rapidement vers l'Est. Il en résulte que le maximum de séricite correspond au minimum de calcaire et, en même temps, à l'apparition de débris basaltiques.

A l'ouest de la Réunion, origine du basalte sous-marin, les sédiments, en partant de l'île, donnent naissance à un véritable tuf basaltique et sont d'autant plus gros et abondants qu'on est plus près de l'île, d'autant plus fins et plus riches en calcaire que l'on s'en éloigne davantage. Au milieu de l'espace séparant Tamatave de Saint-Denis se trouve un gisement de matériaux calcaires en grains extrêmement fins, mélangés d'une abondance considérable de spicules d'éponges siliceuses et calcaires avec grains très fins de basalte fortement limonitisés. Ces derniers forment à peu près uniquement le

sol du centre mort, car les autres minéraux, quartz et péridot, y sont rares et d'une extrême finesse.

La cuvette entre la Réunion et l'île Maurice est recouverte de vase tuf basaltique à laquelle la présence de grains d'obsidienne donne un caractère volcanique d'autant plus prononcé que l'on se rapproche davantage de Maurice.

La finesse des grains minéraux obéit aux lois de la distribution des sédiments par les eaux courantes; les gros grains sont voisins de la côte et occupent les portions centrales et antérieures des courants là où la marche de l'eau possède une vitesse maximum. Leur volume s'amoindrit à mesure qu'on s'approche davantage de la portion interne des courants où la vitesse s'atténue et devient nulle, le centre mort, situé vers les deux tiers de la distance entre la Réunion et Madagascar.

En supposant que l'étude ci-dessus se soit appliquée non à des sédiments marins actuels, mais à des sédiments géologiques anciens maintenant roches continentales, les considérations de position et de constitution intime révélée par le microscope n'auraient pu conduire qu'aux conclusions suivantes :

Les fonds proviennent d'un espace compris entre un continent bordé de montagnes assez élevées (pente brusque du lit marin) et constitué par des roches chloritiques à séricite et un îlot émergé basaltique (la Réunion), puis, plus loin, par un second îlot ou continent (Maurice) avec gisements basaltiques et à obsidienne. La position respective des débris devenant de plus en plus fins et décomposés, puis de nouveau plus gros, mieux conservés et se chargeant de calcaire, montre que le milieu de l'espace exploré correspond à un centre mort de courants.

Ces considérations prouvent que les méthodes de l'Océanographie appliquées à l'étude des roches sédimentaires maintenant inondées et transformées en couches géologiques fournissent des indications aussi précises qu'inattendues sur la nature des anciens continents et sur les conditions des océans aujourd'hui disparus au fond desquels se déposaient, suivant des lois déterminées, les sédiments arrachés aux portions du globe alors exondées.

M. **Francis Laur** adresse une Note *Sur la relation des baisses barométriques avec les coups de grisou.*

(Renvoi à l'examen de M. Zeiller.)

M. **Joseph Pagès** adresse la description d'un *Moteur rotatif à vapeur*.

(Renvoi à l'examen de M. Maurice Levy.)

M. A. **Etévé** adresse une Note *Sur les Aéroplanes*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Odier** adresse une Note relative aux *Premières applications de ferment glycolytique dans le cancer humain*.

(Renvoi à l'examen de M. Roux.)

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 FÉVRIER 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En annonçant à l'Académie la mort de M. *Moissan*, Membre de la Section de Chimie, M. **Henri Becquerel** prononce les paroles suivantes :

Mes chers Confrères, les jours de deuil se succèdent dans notre Académie. Comme au début de la séance dernière, j'ai la douleur de vous annoncer aujourd'hui la mort d'un Confrère illustre, que nous aimions tous. M. Henri Moissan a été enlevé le 20 février à l'âge de 54 ans, après une courte maladie.

Suivant le désir qu'il a exprimé, aucun discours n'a été prononcé sur son cercueil, mais ses amis et ses élèves se feront certainement un devoir de donner en exemple la vie de travail heureux et fécond qui fut celle de notre regretté Confrère.

Elève de Frémy, à l'âge de 20 ans, dans ce laboratoire du Muséum dont il devait être la gloire, il apprend la Chimie en même temps qu'il gagne ses premiers grades universitaires, puis il passe dans le laboratoire voisin, chez Decaisne et Dehérain qui l'orientent vers la Chimie végétale ; mais les questions de Chimie minérale l'attirent; bientôt il a quitté le Muséum pour diriger un laboratoire particulier, et c'est là qu'après divers travaux sur les sels de chrome, qui le signalent déjà comme un expérimentateur sagace, il entreprend la série d'études qui le conduisent à l'isolement du fluor.

Au cours de ces recherches son laboratoire est supprimé, mais un asile s'ouvre pour lui près de nos confrères MM. Debray et Troost ; il multiplie alors les tentatives pour saisir le corps insaisissable qui a échappé à ses

devanciers, à ses maîtres; il en fait méthodiquement le siège; chaque essai infructueux le rapproche du but, jusqu'au jour où il électrolyse à basse température de l'acide fluorhydrique accidentellement impur : un gaz se dégage au pôle positif, et c'est le fluor.

Je ne rappellerai pas ici les beaux travaux qui découlèrent de cette expérience célèbre. Quelques années plus tard, Henri Moissan, devenu notre Confrère, professeur à l'École de Pharmacie avant d'occuper une chaire de Chimie à la Sorbonne, abordait un autre problème, le mystère déconcertant de la formation du diamant. L'étude préalable des mines diamantifères et des météorites lui avait suggéré l'idée de faire intervenir une forte pression, et il réunit les conditions cherchées dans une expérience d'une rare élégance. Une masse de fonte en fusion, saturée de carbone, est brusquement refroidie. La croûte solide externe enferme un volume insuffisant pour celui qu'occupera la fonte encore fluide lorsqu'elle sera solidifiée, et à mesure que le refroidissement s'opère le carbone cristallise dans la masse, dont la dilatation fait naître des pressions internes considérables. Le métal, une fois refroidi, puis dissous, laisse comme résidu les diverses variétés de carbone avec des cristaux de diamants présentant toutes les formes naturelles.

La température élevée nécessaire pour cette expérience avait conduit Henri Moissan à combiner, comme l'avaient fait déjà d'autres expérimentateurs, un modèle particulier de four alimenté par l'arc électrique. Il généralise l'emploi de ce four, et voici l'industrie métallurgique aussi bien que les laboratoires dotés d'un outil nouveau. Une à une toutes les questions de la chimie des métaux à haute température sont reprises méthodiquement, et chaque expérience réalise un progrès ou une découverte, entre autres la préparation de carbures qui deviennent l'origine de l'industrie de l'acétylène. Des pays entiers, utilisant leurs chutes d'eau, se couvrent d'usines où fonctionnent des fours électriques dont les charbons ont la grosseur de troncs d'arbres, et, pendant que notre confrère anime les industriels du souffle ardent de sa foi scientifique, dans son laboratoire il a raison du dernier des corps réfractaires.

Je pourrais rappeler encore d'autres travaux nombreux et importants qui eussent suffi pour illustrer un nom; mais, franchissant le domaine de la Science pure, les découvertes sur le fluor, le diamant et le four électrique ont été autant d'étapes glorieuses vers une renommée universelle.

La plupart des Académies étrangères avaient donné à notre confrère

des marques particulières de leur estime, et à peine venait-il de voir consacrée par le prix Nobel une réputation si justement méritée, qu'il disparaît dans toute la force de l'âge et la plénitude du talent.

Tous ceux qui l'ont connu sentaient passer en lui la flamme qui anime le génie de la Science, et ils restaient captivés par une droiture et une bienveillance qui ne se sont jamais démenties.

Voilà six jours, quand, au nom de l'Académie, j'allai saluer sa dépouille mortelle, son visage, dans le calme de la mort, gardait un reflet du charme qu'il apportait à nos séances. Il semblait s'être endormi doucement, et, en présence de tant d'espoirs anéantis, l'on ne pouvait s'empêcher d'évoquer avec amertume la belle pensée qu'en un jour mémorable il avait exprimée si noblement : « Nous devons tous placer notre idéal assez haut pour ne pouvoir jamais l'atteindre. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix chargées de juger les concours de l'année 1907.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

PHYSIOLOGIE : *Prix Montyon (Physiologie expérimentale), Philipeaux, Lallemand, Pourat.* — MM. Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Giard, Laveran, Dastre.

Cette Commission est également chargée de présenter une *question de Prix Pourat* pour l'année 1910.

Prix Montyon (Statistique). — MM. de Freycinet, Haton de la Goupillière, Laussedat, Carnot, Rouché, Alfred Picard, le prince Roland Bonaparte.

Prix Binoux (Histoire des Sciences). — MM. Berthelot, Darboux, Bouquet de la Grye, Grandidier, Poincaré, Guyou, de Lapparent.

Médaille Arago, Médaille Lavoisier, Medaille Berthelot. — MM. Chauveau, Becquerel, Darboux, Berthelot.

Prix Trémont, Gegner, Lannelongue. — MM. Chauveau, Becquerel, Darboux, Berthelot, Maurice Levy, Bornet.

Prix Wilde. — MM. Berthelot, Lœwy, Maurice Levy, Darboux, Troost, Mascart, de Lapparent.

Prix Saintour. — MM. Berthelot, Jordan, Gaudry, Darboux, Troost, Mascart, Poincaré.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique**, par l'organe de son Secrétaire perpétuel, adresse à l'Académie l'expression de sa profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *Henri Moissan.*

Le **Comité organisateur** annonce la tenue, à Rome, du 6 au 11 avril 1908, du quatrième Congrès international de Mathématiques.

Le **septième Congrès international de Zoologie** invite l'Académie à se faire représenter par une délégation à la réunion qui aura lieu à Boston, Massachusetts, U. S. A., du 19 au 23 août 1907.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur certaines surfaces algebriques liées aux fonctions abéliennes de genre trois.* Note de M. L. **Remy**, présentée par M. Humbert.

Soient $\int g_1(x)\,dx$, $\int g_2(x)\,dx$, $\int g_3(x)\,dx$ trois intégrales abéliennes de première espèce attachées à une courbe plane du quatrième ordre C, d'équation $f(x, y) = 0$. Si l'on pose

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} &\int_{x_0, y_0}^{x, y} g_1(x)\,dx + \int_{x_0, y_0}^{x', y'} g_1(x)\,dx = u,\\ &\int_{x_0, y_0}^{x, y} g_2(x)\,dx + \int_{x_0, y_0}^{x', y'} g_2(x)\,dx = v,\\ &\int_{x_0, y_0}^{x, y} g_3(x)\,dx + \int_{x_0, y_0}^{x', y'} g_3(x)\,dx = w,\end{aligned}\right.$$

u, v, w sont liés par une relation qui peut se ramener, par un choix conve-

nable des limites inférieures des intégrales, à la forme

$$\vartheta(u, v, w) = 0, \tag{2}$$

où ϑ désigne l'une, quelconque d'ailleurs, des 64 fonctions abéliennes normales du premier ordre.

Les surfaces pour lesquelles les coordonnées non homogènes d'un point sont des fonctions uniformes $\Phi(u, v, w)$, à six systèmes de périodes, de trois paramètres u, v, w liés par la relation (2), sont des surfaces algébriques représentant les couples de points de la courbe C, en ce sens qu'à un couple de points de C répond un point de la surface et, réciproquement, à un point de la surface répondent un ou plusieurs couples de points de C.

En particulier, si les fonctions Φ sont des fonctions paires de u, v, w, à un point de la surface S répondent les deux systèmes de valeurs des arguments (u, v, w) et $(-u, -v, -w)$ et, par suite, deux couples de points de C situés en ligne droite.

La présente Note a pour objet d'énoncer quelques théorèmes relatifs à ces surfaces, $S(u, v, w)$.

Les surfaces S sont de genre *trois* : leurs surfaces adjointes découpent donc sur elles un système linéaire doublement infini de courbes L. Ce système est de degré *trois* et la courbe générale L est de genre *quatre*. La considération des intégrales doubles de première espèce

$$\int\int du\, dv, \quad \int\int dv\, dw, \quad \int\int dw\, du$$

montre immédiatement que l'équation générale des courbes L est de la forme

$$\lambda \frac{\partial \vartheta(u, v, w)}{\partial u} + \mu \frac{\partial \vartheta(u, v, w)}{\partial v} + \nu \frac{\partial \vartheta(u, v, w)}{\partial w} = 0. \tag{3}$$

Parmi les surfaces adjointes, celles qui sont tangentes à S forment une famille simplement infinie qui joue un rôle essentiel au point de vue du lien qui rattache la surface S à la courbe C.

J'établis en effet que, si l'on suppose dans les formules (1) le point x', y' fixe, les paramètres u, v, w sont liés par la relation

$$x' \frac{\partial \vartheta(u, v, w)}{\partial u} + y' \frac{\partial \vartheta(u, v, w)}{\partial v} + \frac{\partial \vartheta(u, v, w)}{\partial w} = 0, \tag{4}$$

$x'y'$ vérifiant l'équation $f(x', y') = 0$.

L'équation (4) définit donc la courbe d'intersection $\mathfrak{L}$ de la surface S par une surface adjointe particulière. Celle-ci est tangente à S : considérons en effet la tangente à la courbe C au point $A'(x', y')$, et soient A_1, A_2 les points où elle coupe de nouveau la courbe C; au couple (A', A_1) et au couple (A', A_2) répond un seul et même point α de la surface, mais en ce point passent deux branches de la courbe $\mathfrak{L}$ qui correspondent respectivement aux positions du point variable (x, y) voisines de A_1 et à celles voisines de A_2. La surface adjointe est donc tangente à S au point α.

De là le théorème suivant :

La condition $f(\lambda, \mu, \nu) = 0$, qui exprime que la surface adjointe

$$\lambda Q_1(X, Y, Z) + \mu Q_2(X, Y, Z) + \nu Q_3(X, Y, Z) = 0$$

est tangente à S, *est une équation algébrique de genre trois, et c'est précisément de la courbe $f(\lambda, \mu, \nu) = 0$ que dérivent les fonctions abéliennes $\Phi(u, v, w)$ qui définissent la représentation paramétrique de la surface.*

Les surfaces adjointes qui sont tangentes à S *découpent sur cette surface une famille simplement infinie de courbes de genre trois et de mêmes modules; ces modules sont ceux de la courbe fondamentale $f(\lambda, \mu, \nu) = 0$.*

Ce théorème permet de préciser la correspondance géométrique entre la surface S et la courbe plane du quatrième ordre C. A tout point σ du plan de la courbe C correspond la section de la surface S par une surface adjointe Σ; si le point σ est situé sur la courbe C la surface Σ est tangente à S. Lorsque le point σ décrit une droite Δ, la surface Σ décrit un faisceau linéaire; aux trois répartitions en deux couples des quatre points d'intersection de Δ et de C répondent sur la surface S les trois points bases du faisceau, et, si u_0, v_0, w_0 désignent les arguments de l'un quelconque de ces trois points, les coordonnées de la droite Δ sont proportionnelles à $\frac{\partial \Im(u_0, v_0, w_0)}{\partial u}$, $\frac{\partial \Im(u_0, v_0, w_0)}{\partial v}$, $\frac{\partial \Im(u_0, v_0, w_0)}{\partial w}$.

De cette correspondance découle enfin le théorème suivant :

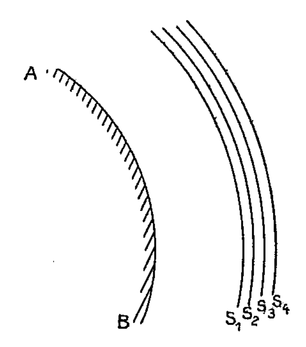
Tout faisceau linéaire de surfaces adjointes à la surface S *comprend quatre surfaces tangentes à* S; *à chacune des trois répartitions en deux couples de ces quatre surfaces correspond un point bien déterminé parmi les trois points bases du faisceau.*

MÉCANIQUE. — *Remarque sur les ondes de choc. Application à l'onde explosive.* Note [1] de M. **Jouguet**, présentée par M. Jordan.

I. Quand une onde de choc se propage au sein d'un gaz parfait, il est facile de démontrer que sa vitesse est toujours supérieure à celle des ondes ordinaires [2] dans le milieu qui la précède et inférieure à celle des ondes ordinaires dans le milieu qui la suit.

Si le gaz n'est pas parfait et, *a fortiori*, s'il est le siège d'une réaction chimique, la démonstration ne peut plus se faire complètement. Il me paraît probable toutefois que la propriété précédente reste exacte.

Soit en effet une paroi AB limitant la masse fluide. Faisons subir, aux points de cette paroi, des variations brusques et infiniment petites de vitesse; à chaque variation brusque correspond une onde ordinaire S_1, S_2, S_3, S_4, ... se propageant dans le fluide. Pour que l'onde de choc



ait tendance à naître, il faut que les surfaces S_1, S_2, S_3, S_4 se rapprochent les unes des autres; la zone $S_1 S_4$, qui constitue l'amorce de l'onde de choc, se propage donc avec une vitesse moyenne supérieure à celle de l'onde S_4 et inférieure à celle de l'onde S_1. Il semble naturel d'admettre qu'il en est encore ainsi quand il s'est établi une quasi-onde de choc se propageant sans s'étaler.

Ces considérations sont loin d'être rigoureuses, parce que, lorsque la

(1) Présentée dans la séance du 18 février 1907.

(2) J'appelle *ondes ordinaires* celles qui, comme l'onde sonore, présentent des discontinuités dans les accélérations des divers ordres.

quasi-onde de choc existe, la viscosité joue un rôle dans la zone $S_1 S_1$. Aussi est-ce uniquement à titre de postulat provisoire que j'admettrai la généralité de la proposition suivante :

Pour qu'une onde de choc se propage, il faut qu'elle ait une vitesse supérieure ou au moins égale à celle des ondes ordinaires dans le milieu qui la précède, et inférieure ou au plus égale à celle des ondes ordinaires dans le milieu qui la suit.

II. Si l'on admet ce postulat, on peut préciser sur un ou deux points la seconde interprétation que j'ai donnée du phénomène de l'onde explosive (¹). Cette interprétation repose essentiellement sur les trois idées suivantes :

1° L'onde explosive est une onde de choc avec combustion notable.

2° Sa vitesse est uniforme.

3° Sa vitesse est indifférente aux conditions aux limites auxquelles le milieu est soumis en arrière, si bien qu'elle ne dépend pas du mode de mise de feu.

Cette dernière propriété s'exprime en écrivant que les ondes ordinaires, provoquées dans la masse fluide par les variations des conditions aux limites, ne peuvent atteindre l'onde de choc. Il faut, pour cela, que la vitesse de l'onde de choc soit supérieure ou égale à celle des ondes ordinaires immédiatement derrière le front. En vertu du postulat précédent, on écrira seulement la condition d'égalité.

Quant au fait que la vitesse est uniforme, il s'exprime par une équation qui donne lieu aux observations suivantes :

Dans le cas des ondes planes, cette équation coïncide exactement avec celle qui exprime l'égalité entre la vitesse de l'onde de choc et celle des ondes ordinaires en arrière (²). Il suit de là que l'on peut, dans ce cas, observer une onde explosive ayant une vitesse uniforme et indépendante du mode de mise de feu. Dans le cas des ondes sphériques, au contraire, la relation exprimant l'uniformité de la vitesse n'est pas compatible avec celle qui exprime son égalité à celle des ondes ordinaires en arrière (³). Si donc une onde de choc à vitesse uniforme existe, elle aura, par le pos-

---

(¹) Voir *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1906, p. 47).

(²) Voir *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz*.

(³) *Sur l'accélération des ondes de choc sphériques* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 1034).

tulat précédent, une vitesse inférieure à celle des ondes ordinaires en arrière; elle sera donc atteinte par toutes les modifications provoquées, au sein du fluide, par les variations des conditions aux limites, et l'on n'observera pas d'onde explosive ayant une vitesse uniforme et indépendante du mode de mise de feu.

J'ai déjà signalé ce résultat relatif aux ondes sphériques en indiquant que sa démonstration était incomplète. On voit qu'on comblerait les lacunes de la démonstration si l'on parvenait à établir rigoureusement le postulat énoncé dans ce qui précède.

MÉCANIQUE. — *Sur quelques propriétés de l'onde explosive.* Note [1] de M. **Crussard**, présentée par M. Jordan.

La loi d'Hugoniot relative à la compression brusque des gaz revêt, par un choix convenable de variables, une forme applicable à tous les cas. Si, dans un gaz parfait au repos G (pression P, volume spécifique V), une onde F se propage avec la vitesse U, animant tout le gaz à l'arrière G′ d'une vitesse de translation u, le comprimant à $P' = P + p$, le condensant à $V' = V - v$, on a les relations

(1, continuité) $$\frac{u}{U} = \frac{v}{V},$$

(2, quantités de mouvement) $$p = u\frac{U}{V};$$

d'où

(1′) $$u^2 = pv$$

et

(2′) $$\frac{U^2}{V^2} = \frac{p}{v},$$

et

(3, équivalence) $$(P+p)u = \frac{1}{2}\frac{U}{V}u^2 + \frac{(P+p)(U-u) - PU}{\gamma - 1};$$

d'où

(4, loi d'Hugoniot) $$Vp - \gamma Pv = pv\frac{\gamma + 1}{2}.$$

(1) Présentée dans la séance du 18 février 1907.

En introduisant la *contraction* $\omega = \frac{v}{V}$ et la *compression* $\varphi = \frac{p}{P}$, (4) s'écrit :

$$\text{(H)} \qquad \frac{1}{\omega} - \frac{\gamma}{\varphi} = \frac{\gamma + 1}{2}.$$

L'hyperbole (H) (*fig.* 2), d'asymptotes Cx et Cy, peut être construite

Fig. 1.

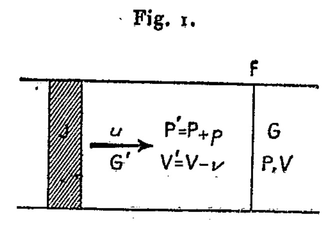
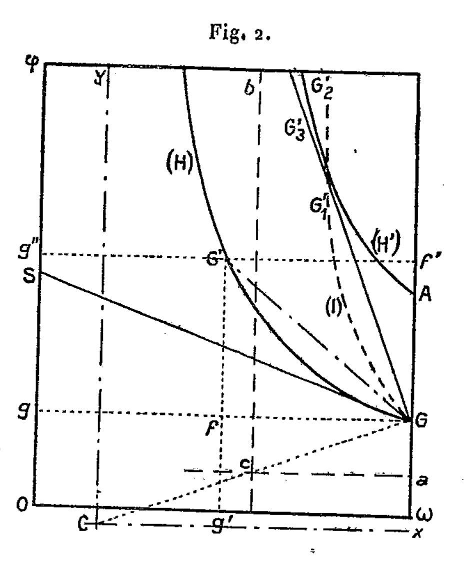


Fig. 2.



une fois pour toutes. La connaissance de l'état initial P, V et du point figuratif G' renseigne entièrement sur l'état et le mouvement du gaz.

État final..................	$P' = P \times g'G'$, $V' = V O' g$
Température finale..........	$T' = T \times$ aire $O g' G' g''$
Vitesse de propagation.......	$U^2 = PV \tang G'Gg$
Vitesse de translation........	$u^2 = PV$ aire $G f G' f'$
Vitesse du son..............	$S^2 = PV \tang SGg = \gamma PV$

La propagation d'une *onde de choc et combustion totale* (réunion d'une onde de choc et d'une flamme brûlant totalement un gaz combustible) est soumise à des lois analogues. G' désignant le gaz brûlé, on a toujours (1), (2); d'où (1'), (2'); mais (H) devient

$$\text{(H')} \qquad \frac{1}{\omega} - \frac{\gamma}{\varphi} - \frac{\varepsilon}{\omega\varphi} = \frac{\gamma + 1}{2}$$

en désignant par ε la *compression* dans la combustion adiabatique à volume constant.

L'hyperbole (H'), de mêmes asymptotes que H, peut être construite une fois pour toutes quand on connaît $GA = \varepsilon$. A chaque point de (H') correspond une propagation possible; il existe donc une infinité d'ondes de choc et combustion totale dont la vitesse n'est jamais inférieure à celle U_0 qui correspond à la tangente GG'_1. Pour tous les gaz combustibles, cette vitesse minimum est de l'ordre du millier de mètres (1800, 2500, ...).

Pour une température initiale donnée du gaz G, la même hyperbole (H') représente la loi d'Hugoniot, quelle que soit la pression P, et $U_0 = \sqrt{PV \operatorname{tang} G'_1 G g}$ conserve la même valeur.

Quand on passe d'un gaz à un autre, A varie, G'_1 décrit une hyperbole (I) d'asymptotes *ca*, *cb*, *c* étant le milieu de CG; dans les gaz à grande chaleur de combustion, A est très élevé et G'_1 très voisin de l'asymptote : la contraction est donc très voisine de $ca = \frac{1}{\gamma+1} = \frac{5}{11}$ avec $\gamma = 1,2$ (hautes températures). C'est aussi d'après (1) le rapport des vitesses de translation et de propagation.

L'hyperbole (I) a pour équation

$$\text{(I)} \qquad \gamma\frac{1+\varphi}{1-\omega} = \frac{\varphi}{\omega} \qquad \text{ou} \qquad \gamma\frac{P'}{V'} = \frac{P}{V}\operatorname{tang} G'_1 G g,$$

ou, en appelant S' la vitesse du son dans G',

$$\frac{S'}{V'} = \frac{U_0}{V}.$$

Une onde sonore descend donc le courant G' avec la vitesse $S' + u = U_0$ (¹) et le remonte avec la vitesse $S' - u = U_0(1 - 2\omega)$ toujours positive, puisque ω est voisin de $\frac{5}{11}$; un choc même faible fait naître une onde rétrograde.

Pour de très grandes chaleurs de combustion, $U_0 = \frac{V}{V'} S'$ est donc voisin de $\frac{11}{6}\sqrt{1,2 P'V'} = 2\sqrt{P'V'}$, soit un peu plus que la vitesse cinétique moyenne des molécules.

Une onde G'_2 plus comprimée que G'_1 peut subsister à condition qu'on entretienne le mouvement *u*, par exemple à l'aide d'un piston J (*fig.* 1);

(¹) C'est la propriété qui a servi de base à M. Jouguet dans ses recherches sur l'onde explosive. Cf. *Sur la propagation des réactions chimiques dans les gaz* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1906).

un ralentissement infinitésimal de J provoque une petite dépression qui se propage plus vite que G'_2 [on le verrait en transformant (I) en inégalité], en rejoint le front, d'où naît une onde moins comprimée G'_3. Une impulsion violente et brève crée dans les gaz incombustibles une onde de choc éphémère qui finit par devenir onde ordinaire, et dans les gaz combustibles une onde de choc et réaction qui s'atténue jusqu'à devenir l'onde explosive à vitesse de propagation minimum.

PHYSIQUE. — *Influence de la température sur l'absorption dans les cristaux. Phénomènes magnéto-optiques à la température de l'air liquide.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. Poincaré.

On sait que les cristaux de xénotime et de tysonite possédent des bandes d'absorption variables sous l'action d'un champ magnétique [1]. Ces cristaux contiennent des corps magnétiques (erbium, didyme, etc.) et il m'a paru important de rechercher si la grandeur et même le sens des déplacements des bandes pourraient être liés aux propriétés magnétiques de ces substances. Le paramagnétisme étant fonction de la température, tandis que le diamagnétisme en est, en général, indépendant, il était naturel de rechercher tout d'abord si les changements de période des électrons, dans les corps soumis au champ magnétique, dépendent de la température. J'ai été conduit ainsi à observer un phénomène nouveau.

Si l'on chauffe un cristal, les bandes d'absorption s'étalent et diminuent d'intensité, leur milieu restant à la même place dans le spectre. Par exemple, avec le xénotime, les bandes de chacun des groupes vert et rouge, assez fines et nettes à la température ordinaire, se rejoignent lorsqu'on échauffe le cristal et, à une température inférieure au rouge sombre, ces groupes présentent un aspect semblable aux bandes très floues obtenues avec les solutions de terres rares ou avec un verre contenant de l'erbium ou du didyme. De plus, dans toute l'étendue du spectre, la transparence a diminué.

J'ai naturellement pensé qu'un refroidissement produirait l'effet inverse. Effectivement, si l'on projette sur le cristal un jet d'air liquide, les bandes prennent une netteté et une intensité tout à fait remarquables; celles qui

(1) Jean Becquerel, *Comptes rendus,* 1906, 26 mars, 9 avril, 21 mai, 19 novembre, 3, 10 et 24 décembre; 1907, 21 janvier.

étaient à peine perceptibles ou même invisibles deviennent apparentes et les bandes fines se transforment en véritables raies d'absorption, comparables aux raies des vapeurs métalliques. En même temps, l'absorption étant pour ainsi dire concentrée vers le milieu de chaque bande, le corps devient beaucoup plus transparent; l'image de la lame projetée sur la fente du spectroscope change même de couleur et l'image du xénotime, rougeâtre dans les conditions ordinaires, devient presque blanche aux très basses températures ; en résumé, *à la température de l'air liquide, les propriétés optiques de ces cristaux se rapprochent des propriétés des vapeurs transparentes possédant un spectre de raies.*

L'interprétation de ces résultats dans la théorie que j'ai précédemment exposée montre que *la période du mouvement propre des électrons n'est pas influencée par la température dans les corps solides,* mais que l'*amortissement,* c'est-à-dire la résistance qu'éprouvent les corpuscules en vibration, résistance qui paraît due à l'influence mutuelle des molécules, *augmente et diminue en même temps que la température.* Aux basses températures, certaines bandes apparaissent multiples; je citerai dans le xénotime les bandes $520^{\mu\mu},6$, $521^{\mu\mu},1$, $650^{\mu\mu},5$, $657^{\mu\mu},1$, qui sont doubles, et la bande $652^{\mu\mu},3$, qui est quadruple, formée de deux bandes très fortes auxquelles sont accolées deux bandes faibles. La complexité de ces bandes permettra, je pense, de rendre compte des anomalies qu'elles présentent dans le champ magnétique et dont je n'avais pu trouver l'explication en les considérant comme uniques.

Phénomènes magnéto-optiques. — Une lame de xénotime ou de tysonite étant placée dans un champ magnétique, deux cas sont à examiner suivant que le faisceau est parallèle ou est normal aux lignes de force du champ.

1° Supposons que le faisceau lumineux, le champ magnétique et l'axe optique du cristal soient parallèles. On sait que le champ sépare les bandes en deux parties correspondant à des vibrations circulaires inverses et que le sens des déplacements conduit à considérer les bandes comme provenant, les unes d'électrons négatifs, les autres d'électrons positifs. Suivant que l'on chauffe ou que l'on refroidit le cristal, les composantes deviennent plus floues ou plus nettes, mais leur milieu reste à la même place : *les changements de période des électrons positifs et négatifs sous l'action du champ magnétique sont indépendants de la température.*

2° Le faisceau étant normal au champ, les élargissements observés pour les bandes à la température ordinaire se transforment presque tous en doublets à la température de l'air liquide. Dans l'exposé de la théorie, j'ai précédemment discuté la variabilité des modifications que peut subir une bande quand la largeur seule est supposée variable, et l'apparition de doublets est tout à fait conforme à la théorie. Par exemple,

la bande $522^{\mu\mu},1$ du spectre ordinaire du xénotime, dans le cas où l'axe optique est parallèle au faisceau, et pour la vibration normale au champ, se déforme à la température ordinaire et se transforme en doublet très dissymétrique et très flou dans un champ de 26000 à 28000 un. C.G.S.; les modifications successives sont bien représentées par les courbes théoriques B, 1, 2, 3 (Note du 3 décembre 1906). D'après la théorie, si la largeur diminue, ainsi que la largeur de la bande correspondant aux mêmes électrons dans le spectre extraordinaire, le doublet devra se former dans un champ moins intense. L'expérience justifie cette prévision, mais, de plus, on observe que, à la température de l'air liquide, la composante la plus forte se dédouble dans un champ intense : la bande se transforme alors en un *triplet formé de deux composantes très fortes et d'une raie plus faible*. Ce type de modification, qui n'avait à ma connaissance jamais été observé, ni prévu par la théorie, montre l'intérêt d'observations plus complètes et la nécessité d'une théorie plus générale.

La dispersion anomale et la biréfringence du cristal, la biréfringence magnétique, la polarisation rotatoire magnétique doivent varier avec la largeur des bandes. Conformément aux prévisions, j'ai pu observer les phénomènes suivants :

1° La dispersion anomale, étudiée par une méthode précédemment indiquée (21 mai 1906), diminue considérablement sous l'action de la chaleur; de plus, la biréfringence change notablement dans toute l'étendue du spectre.

2° La biréfringence magnétique, observée par la méthode de MM. Voigt et Wiechert, devient imperceptible à une température inférieure au rouge sombre, les dislocations de la frange noire s'atténuent en restant à la même place.

3° La polarisation rotatoire magnétique dans le xénotime, aux environs des bandes, diminue à haute température; au contraire, à la température de l'air liquide, le pouvoir rotatoire devient extrêmement intense, comparable au pouvoir rotatoire des vapeurs dans les environs des raies modifiées par le champ magnétique (exp. de Macaluso et Corbino).

L'étude approfondie de ces phénomènes, aux très basses températures, semble devoir ouvrir un champ nouveau aux recherches expérimentales et théoriques.

CHIMIE MINÉRALE. — *Théorie de la formation du verre d'aventurine au cuivre.* Note de M. V. Auger, présentée par M. A. Haller.

Le verre d'aventurine au cuivre est constitué par une masse transparente verdâtre, qui est parsemée d'une multitude de petits cristaux formés de

cuivre métallique, d'après la plupart des chimistes, d'oxydule ou de silicate d'oxydule de cuivre, d'après Hautefeuille [1] et d'après Pettenkofer [2]. Cette dernière opinion était basée sur les faits suivants : Les cristaux cuivrés de l'aventurine ne blanchissent pas sous l'action des sels de mercure. Ce verre fondu à haute température ne fournit pas de régule de cuivre. L'ammoniaque, à 100°, en vase clos, dissout une quantité notable de sel cuivreux, fournissant une solution incolore. Ces faits s'expliquaient en admettant comme Pettenkofer que l'aventurine est un verre coloré en vert par du silicate ferreux, contenant des cristaux rouges de silicate de protoxyde de cuivre, et communiquant un ton jaune-d'or à ceux-ci par combinaison des deux nuances.

L'opinion qui attribue au cuivre métallique l'éclat de l'aventurine a été soutenue par Ebell [3] et par Sulkowski [4].

Le premier de ces savants a constaté l'identité de forme du cuivre cristallisé et des cristaux d'aventurine; il a constaté que le nitrate d'argent, en solution alcoolique, déplace ce métal à froid et admet que le cuivre est dissous directement dans le verre incandescent, et cristallise par refroidissement lent; cependant, il constate que le cuivre, introduit à l'état de métal dans le verre, ne se dissout qu'à peine.

Sulkowski, après avoir remarqué que la masse transparente est d'un bleu verdâtre, dû probablement à du silicate de fer, établit d'une façon très nette la nature métallique des cristaux, en chauffant à 100° le verre pulvérisé avec une solution faible de sulfate de cuivre ammoniacal. Cette solution se décolore, ce qui ne pouvait avoir lieu avec un sel cuivreux, mais bien avec le métal lui-même. Ce savant admet difficilement la solubilité du cuivre dans le verre incandescent, et se demande comment le métal a pu entrer d'abord en solution dans la masse vitreuse.

Rappelons que le verre d'aventurine incandescent, refroidi brusquement, reste transparent, et que par réchauffement il devient trouble, rouge, par dépôt de cuivre finement divisé.

J'avais été frappé, en étudiant le phosphate cuivreux, de l'identité d'aspect de la masse refroidie, parsemée de cristaux de cuivre, avec l'aventurine. Examinés au microscope, les cristaux sont de même taille, et leurs formes sont absolument semblables. De plus, le phosphate cuivreux fondu, refroidi brusquement par le chlorure de méthyle, fournit un verre trans-

---

(1) Hautefeuille, *Rép. de Ch. appliquée*, t. III, p. 475 et t. IV, p. 16. — *Comptes rendus*, t. XXII, p. 339.

(2) Pettenkofer, *Jahresber.*, 1861, p. 905.

(3) Ebell, *Dingl. polyt. Journ.*, t. CCXIII, p. 324.

(4) Sulkowski, *Chem. Ind.*, t. XX, p. 134.

parent, d'où le cuivre ne se sépare qu'au bout de quelques semaines, ou immédiatement par réchauffement de la masse.

Admettons un instant que l'aventurine fondue est constituée par un silicate cuivreux possédant les propriétés du phosphate, c'est-à-dire stable au rouge, et se scindant par refroidissement lent en cuivre métallique et silicate cuivrique bleu. Toutes les propriétés énumérées précédemment se trouvent immédiatement expliquées : pas de séparation de culot métallique à la fusion, solution ammoniacale cupreuse par dissolution d'une partie du cuivre et de silicate cuivrique attaqué par l'alcali à 100°, couleur verdâtre de la masse transparente, provenant du mélange des nuances de silicates ferrique et cuprique.

Mon attention a été attirée sur deux points : 1° j'ai cherché à isoler des cristaux de cuivre, en nature, en les séparant de leur gangue silicatée et 2° j'ai dosé le silicate cuivrique, qui, d'après ma théorie, devait se trouver dans l'aventurine en quantité au moins équivalente au métal déposé, et dont aucun auteur n'avait parlé jusqu'ici, l'attention des chimistes n'ayant pas été attirée sur ce point, essentiel dans cette explication.

On parvient à isoler une partie des cristaux de cuivre en traitant à froid la poudre d'aventurine par l'acide fluorhydrique dilué. Le cuivre flotte dans la liqueur et peut être séparé par décantation; après lavage à l'eau et à l'alcool on en obtient une petite quantité bien séparée du verre et possédant toutes les propriétés du métal. D'autre part, j'ai effectué le dosage du cuivre à ses différents états, dans la poudre d'aventurine. 4g de produit m'ont fourni : 1° par traitement au nitrate d'argent alcoolique, 0g,034 de cuivre; 2° par l'action de l'acide nitrique dilué, 0g,018 de cuivre.

Après ces traitements, la poudre résiduelle, examinée au microscope, était absolument transparente et ne contenait pas de cristaux métalliques. On l'a attaquée à l'acide fluorhydrique et trouvé, par précipitation du métal, 0g,08 de cuivre. Il y avait donc dans ce verre 1,3 pour 100 de cuivre à l'état métallique et 2 pour 100 de cuivre à l'état de silicate cuivrique.

On est donc en droit de poser les conclusions suivantes : l'aventurine en fusion contient du silicate cuivreux; celui-ci se scinde par refroidissement en cuivre métallique cristallisé et en silicate cuivrique, qui communique à la masse une couleur verdâtre par son union avec la nuance jaune du silicate ferrique. Dans l'aventurine transparente brusquement refroidie, le cuivre reste dissous sous forme de silicate cuivreux, qui ne se scinde que par réchauffement en métal et silicate cuivrique.

Il sera curieux de voir si cette explication est applicable aux verres à l'or.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le lactyllactate d'éthyle.* Note [1] de MM. E. **Jungfleisch** et M. **Godchot**.

I. Les recherches que nous poursuivons sur les acides lactiques nous ont conduits à observer des faits que n'expliquent pas les réactions envisagées d'ordinaire dans l'étude des éthers à fonctions complexes. Nous avons dû chercher ailleurs l'interprétation de quelques-unes de nos observations; nous l'avons trouvée dans des considérations d'ordre général, qui se sont appliquées ensuite à diverses expériences anciennes, restées inexpliquées.

Dans la présente Note, nous nous occuperons seulement d'un cas relativement simple : celui des produits fournis par l'action de la chaleur sur le lactate-$(d+l)$ d'éthyle.

II. En chauffant le lactate d'éthyle pur, dans des tubes scellés, à 250° pendant 7 heures ou 8 heures, on obtient un liquide à peine coloré et la pression dans les tubes n'a pas changé. Si l'on distille le produit dans le vide ($H = 0^m,015$), on recueille tout d'abord de l'alcool éthylique, puis, vers 65°-70°, du lactate d'éthyle en quantité inférieure à celle employée, soit les deux tiers environ. En poursuivant la distillation, il passe, entre 110° et 120°, un liquide incolore, sirupeux, constituant la majeure partie du produit restant. Enfin, vers 140°-150°, il distille un liquide faiblement teinté de jaune. Le résidu, visqueux et coloré, est très peu abondant.

III. Le premier produit, l'alcool éthylique, est facile à caractériser. Sa proportion ne laisse aucun doute sur sa formation dans la réaction.

IV. Le troisième produit, recueilli après le lactate d'éthyle, entre 110° et 120°, dans la distillation sous pression réduite, bout vers 215°-220° sous la pression normale. C'est un liquide incolore, à odeur éthérée, de densité 1,096 à 0°. Il présente la composition du lactyllactate d'éthyle

$$CH^3 - CH(OH) - CO^2 - CH(CH^3) - CO^2 - C^2H^5.$$

La cryoscopie, pratiquée sur la solution benzénique, a donné un poids moléculaire égal à 199, le chiffre théorique étant 192; cette indication présente un intérêt particulier, à cause de la faiblesse des différences de composition centésimale existant entre les dérivés du groupe dont il s'agit.

[1] Présentée dans la séance du 18 février 1907.

Les propriétés de ce composé semblent l'identifier avec le corps décrit en 1861 par Wurtz et Friedel (*Ann. de Ch. et de Ph.*, 3e série, t. LXIII, p. 112) sous le nom de *dilactate monoéthylique* et préparé par l'action du lactate de potassium sur l'éther chloropropionique.

Tandis que le lactate d'éthyle se mêle très rapidement à l'eau froide, qui le saponifie, le lactyllactate d'éthyle demeure au contact du même liquide sans se dissoudre sensiblement; il disparaît lentement dans l'eau chaude, plus vite après addition d'un alcali, avec formation d'acide lactique, que l'on peut caractériser par transformation en lactate de zinc.

Si l'on tient compte de la formation d'alcool éthylique qui accompagne le lactyllactate d'éthyle dans les produits de l'action de la chaleur sur le lactate d'éthyle, on s'explique la transformation effectuée. Il s'agit de l'action d'un alcool sur un éther composé, action conduisant au partage de l'acide, primitivement éthérifié, entre les deux alcools en présence; l'alcool éthylique d'une molécule de lactate d'éthyle est déplacé par l'alcool lactique d'une autre molécule de lactate d'éthyle :

$$CH^3 - CH(OH) - CO^2 - C^2H^5 + OH - CH(CH^3) - CO^2 - C^2H^5$$
$$= CH^3 - CH(OH) - CO^2 - CH(CH^3) - CO^2 - C^2H^5 + C^2H^5 - OH.$$

L'alcool éthylique attaquant le lactyllactate d'éthyle par une réaction inverse, la formation du lactyllactate d'éthyle est limitée et l'action aboutit à un équilibre. Cette attaque du lactyllactate d'éthyle par l'alcool éthylique est d'ailleurs rapide. Il suffit de dissoudre le lactyllactate d'éthyle dans très peu d'alcool éthylique pour que le mélange ne soit plus précipitable par l'eau. Dans l'expérience précédente, l'alcool éthylique est séparé dès le commencement de la distillation.

Un fait digne d'attention est la stabilité relative du lactyllactate d'éthyle comparée à celle de l'acide lactyllactique. On sait que celui-ci est tellement instable qu'on n'a pu, jusqu'ici, le transformer directement ni en sel, ni en éther.

V. Le produit recueilli vers 140°-150°, dans la distillation sous faible pression, bout entre 250° et 260°, sous la pression normale. Après des rectifications répétées, il fournit un liquide plus sirupeux que les précédents, déposant des cristaux lorsqu'on le refroidit. Lavés à l'éther sec et recristallisés dans ce dernier dissolvant, ces cristaux présentent la forme cristalline, le point de fusion et les particularités de solubilité du dilactide-$(d+l)$.

La formation de ce composé se réalise aux dépens du lactyllactate

d'éthyle : la fonction alcoolique de l'acide lactique, demeurée libre dans l'éther lactyllactique, réagit sur la fonction éther composé de la même molécule, en déplaçant l'alcool éthylique et en produisant la combinaison cyclique :

$$\begin{array}{l} CH^3 - CH(OH) - CO^2 \\ \qquad\qquad\qquad\quad | \\ \quad C^2H^5 - CO^2 - CH - CH^3 \end{array} = \begin{array}{l} CH^3 - CH - CO^2 \\ \qquad\quad | \qquad | \\ \quad CO^2 - CH - CH^3 \end{array} + OH - C^2H^5.$$

Comme l'alcool éthylique exerce sur le dilactide une réaction inverse, la production du dilactide est limitée, en vase clos tout au moins; lors de la distillation du mélange, la volatilité de l'alcool éthylique favorise son élimination et, par suite, augmente la formation du dilactide. En fait, dans la rectification des derniers produits, la proportion du dilactide augmente.

VI. Quelques expériences confirment l'interprétation qui vient d'être donnée de la génération du lactyllactate d'éthyle et du dilactide dans l'action de la chaleur sur le lactate d'éthyle.

Si, après avoir chauffé le lactate d'éthyle en vase clos, à 260°, on sépare les portions les plus volatiles du produit, c'est-à-dire l'alcool éthylique, puis, si l'on fait agir de nouveau la chaleur, dans les mêmes conditions que précédemment, sur le mélange enfermé une seconde fois dans des tubes, le produit soumis à la distillation fournit une plus grande proportion de lactyllactate d'éthyle, jusqu'à la moitié du lactate d'éthyle employé. Par l'élimination de l'alcool éthylique, l'équilibre a donc été rompu en faveur de la formation du lactyllactate d'éthyle.

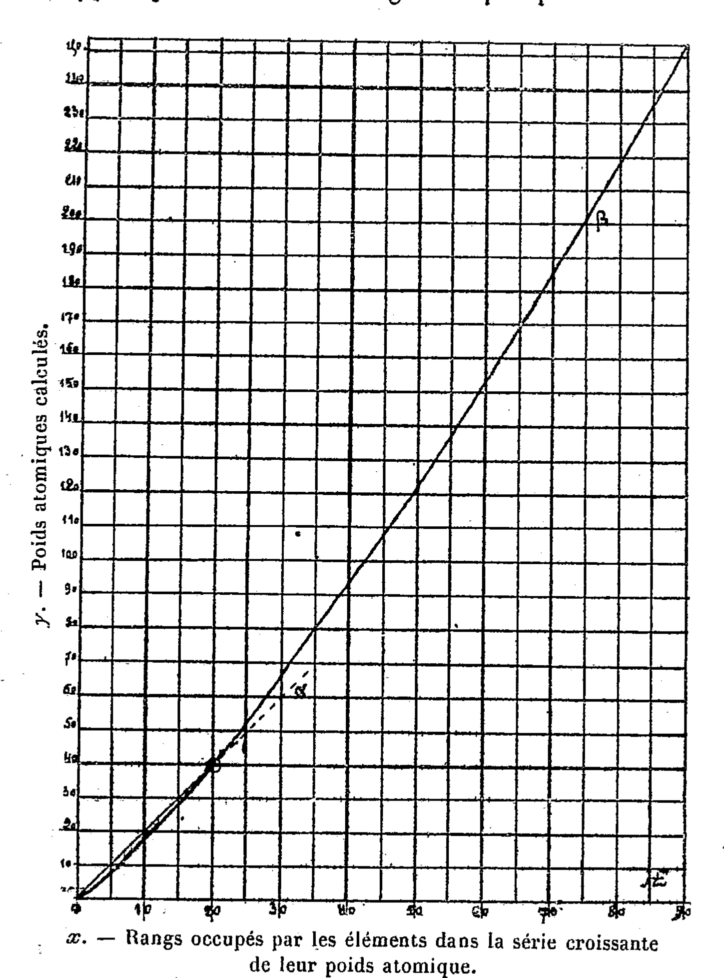
Inversement, quand on chauffe dans les mêmes conditions, non plus le lactate d'éthyle pur, mais cet éther mélangé d'un volume égal d'alcool éthylique absolu, il n'est pas possible d'isoler la moindre quantité de lactyllactate d'éthyle dans le produit. L'équilibre a été rompu dans le sens de la formation du lactate d'éthyle, ainsi qu'il arrive dans la préparation directe de cet éther par l'action de l'acide lactique sur un grand excès d'alcool éthylique

VII. En résumé, les produits de l'action de la chaleur sur le lactate d'éthyle sont, en principe, analogues à ceux obtenus en chauffant l'acide lactique lui-même, mais le mécanisme des transformations est différent. Ces faits sont d'un ordre général. Des réactions analogues sont à prévoir avec les éthers d'autres acides à fonctions complexes.

Pour ne parler que de la série lactique, il nous sera possible, en conservant le même point de vue, d'apporter quelques éclaircissements sur des sujets à l'égard desquels des renseignements contradictoires ont été fournis, par exemple sur les composés que l'on a confondus sous le nom d'*acide dilactylique*.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Les poids atomiques, fonction du rang qu'ils occupent dans la série de leur valeur croissante.* Note de M. **Adolphe Minet.**

Si, pour figurer le lieu géométrique des poids atomiques, celui de l'hydrogène étant pris pour unité, on porte sur l'axe des x la suite des nombres entiers de 1 à 79, représentant les rangs occupés par les éléments dans la



x. — Rangs occupés par les éléments dans la série croissante de leur poids atomique.

série croissante de leur poids atomique, et, comme ordonnées, les poids atomiques correspondants, on obtient deux courbes : la première, α, est une droite comprenant les poids atomiques des éléments du rang 2, *Hélium*,

au rang **20**, *Calcium* inclusivement, et qui se traduit par l'expression : $y = 1,985x$; la seconde, β, est de forme parabolique et répond à la formule : $y = x^{1,23}$; c'est le lieu géométrique des poids atomiques de **1**, *Hydrogène*, et des éléments du rang **20**, *Calcium*, au rang **79**, *Uranium*.

Ces deux courbes se coupent donc au point qui donne le poids atomique P_a du calcium :

$$P_a = 39,78; \qquad y_\alpha = 39,70; \qquad y_\beta = 39,84.$$

Le Tableau ci-après renferme les poids atomiques mesurés et calculés suivant les formules données plus haut; on voit que, dans la majorité des cas, ce rapport est égal à l'unité ou n'en diffère que de 1 à 3 pour 100, avec cette circonstance que les poids mesurés sont tantôt supérieurs et tantôt inférieurs aux points de la courbe.

Poids atomiques mesurés et calculés (H = 1).

x. Éléments.	Poids atomiques. Mesurés. Pa.	Calculés. y.
Droite : $y = 1,985x$.		
2. He.....	3,97	3,97
3. Li.....	6,97	5,96
4. Gl.....	9,03	7,94
5. B......	10,91	9,93
6. C......	11,90	11,91
7. N......	13,90	13,90
8. O......	15,87	15,88
9. F......	18,85	17,87
10. Ne.....	19,90	19,85
11. Na.....	22,87	21,84
12. Mg.....	24,17	23,82
13. Al.....	26,88	25,81
14. Si.....	28,17	27,79
15. P......	30,75	30,78
16. S......	31,81	31,76
17. Cl.....	35,17	33,75
18. K......	38,84	35,73
19. A......	39,58	37,72
20. Ca.....	39,78	39,70
Courbe parabolique : $y = x^{1,23}$.		
1. H......	1	1
20. Ca.....	39,78	39,84
21. Sc.....	43,75	42,30
22. Ti.....	47,72	44,79
23. V......	50,79	47,31
24. Cr.....	51,69	49,86
25. Mn.....	54,56	52,42
Courbe parabolique : $y = x^{1,23}$ (*suite*).		
26. Fe.....	55,46	55,01
27. Ni.....	58,23	57,62
28. Co.....	58,53	60,26
29. Cu.....	63,10	62,92
30. Zn.....	64,88	65,59
31. Ga.....	69,44	69,88
32. Ge.....	71,92	71,01
33. As.....	74,40	73,75
34. Se.....	78,57	76,51
35. Br.....	79,33	79,29
36. Kr.....	81,15	82,08
37. Rb.....	84,82	84,89
38. Sr.....	86,90	87,72
39. Y......	88,29	90,58
40. Zr.....	89,88	93,44
41. Nb.....	93,25	96,33
42. Mo.....	95,24	99,22
43. Ru.....	100,9	102,20
44. Rh.....	102,2	105,10
45. Pd.....	105,7	108,20
46. Ag.....	107,1	110,10
47. Cd.....	111,5	114
48. In.....	114,1	116,9
49. Sn.....	118,1	119,9
50. Sb.....	119,3	122,95
51. I......	126	126
52. Te.....	126,6	129
53. X......	127	132,1
54. Cs.....	131,8	135,2
55. Ba.....	136,3	138,3
56. La.....	137,8	141,3
57. Ce.....	139,2	144,5
58. Pr.....	139,4	147,6
59. Nd.....	142,5	150,7
60. Sa.....	149,1	153,9
61. Eu.....	150,8	157
62. Gd.....	154,8	159,8
63. Tb.....	157,9	163
64. Er.....	164,7	166,6
65. Tm.....	169,6	169,8
66. Yb.....	171,6	173
67. Ta.....	179,6	176,2
68. W......	182,5	179,5
69. Os.....	189,4	182,7
70. Ir.....	191,5	186
71. Pt.....	193,3	189,3
72. Au.....	195,6	192,4
73. Hg.....	198,4	196,1
74. Tl.....	202,5	199,2
75. Pb.....	205,3	202,4
76. Bi.....	206,4	205,8
77. Ra.....	223,2	209,1
78. Th.....	230,7	212,5
79. U......	236,6	217,1

L'addition d'éléments nouveaux, entre l'hydrogène et le calcium notamment, tels que : 1 élément entre l'hydrogène et l'hélium et 1 élément entre l'hélium et le lithium, aurait pour effet de rapprocher la courbe α de la courbe β, au point que ces deux courbes se confondraient, ainsi que de tendre et d'incliner la courbe β vers l'axe des x.

Le lieu géométrique des poids atomiques des éléments dont le nombre se trouverait ainsi porté à 81, serait alors figuré par une courbe unique : $y = x^{1,215}$.

Si l'on compare les poids atomiques internationaux (H = 1), pour 1907, aux points correspondants de cette dernière courbe, on trouve que, lorsque les deux nombres ne se confondent pas, leur écart oscille entre 1 et 3 pour 100 des poids vrais, et qu'il se présente tantôt avec le signe + tantôt avec le signe — par rapport aux points de la courbe, sauf pour les trois derniers éléments : le radium, le thorium et l'uranium, où il est d'environ 10 pour 100.

Pour faire entrer ces éléments dans la loi, il faudrait prévoir 4 éléments nouveaux entre le bismuth et le radium, 1 entre le radium et le thorium, 1 entre le thorium et l'uranium, et le nombre des éléments serait alors porté à 87.

Etant donnée la forme de la progression des poids atomiques, on ne saurait admettre que ceux-ci sont les multiples entiers d'un élément, l'hydrogène par exemple, ou même d'un élément inconnu à poids atomique plus faible, cette conclusion n'eût-elle pas été apportée déjà par leur détermination directe.

La courbe n'infirme pas toutefois les conceptions de la Science sur l'unité de la matière; elle se présente même comme la traduction des idées de M. Berthelot sur cette question.

Ce savant a écrit, en effet, dans son important Ouvrage sur les origines de l'Alchimie :

Il est possible que les états d'équilibre, sous lesquels se manifeste la matière fondamentale, ne soient pas des édifices composés par l'addition d'éléments identiques, mais inégalement condensés. Il ne paraît pas nécessaire, en un mot, que tous ces édifices moléculaires représentent les multiples entiers d'un petit nombre d'unités pondérales élémentaires. On peut tout aussi bien imaginer que de tels édifices offrent, les uns par rapport aux autres, des relations génératrices d'un autre ordre : telles, par exemple, que les relations existant entre les symboles géométriques des diverses racines d'une équation, ou, plus généralement, entre les valeurs multiples d'une même fonction, définie par l'analyse mathématique. La matière fondamentale représenterait alors la fonction génératrice, et les corps simples en seraient les valeurs déterminées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les points de fusion et d'ébullition des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques.* Note de M. **Gustave Hinrichs**, présentée par M. G. Lemoine. (Extrait.)

M. Tsakalotos a récemment attiré l'attention sur les anomalies des points de fusion des hydrocarbures homologues du méthane (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 1235). Il a remarqué que ces *points de fusion forment une courbe en zigzag*, jusqu'à $n = 15$, mais que cette courbe *tend à devenir régulière dès qu'on monte dans les homologues.* Il donne une formule empirique pour représenter cette dernière partie de la courbe.

Je demande la permission de renvoyer à quelques-uns de mes travaux où ces anomalies ont été traitées comme problème de la Mécanique moléculaire.

Les publications de 1891 (*Comptes rendus*, t. CXII, p. 998 et 1127; t. CXIII, p. 313 et 743) donnent des formules générales pour les points de fusion et d'ébullition des paraffines. Les anomalies des points de fusion des paraffines paires et impaires sont l'expression mécanique de l'oscillation du centre de gravité de la molécule : pour un nombre pair, le centre de gravité est dans l'axe géométrique, mais pour un nombre impair, il tombe à côté de cet axe, diminuant ainsi le moment d'inertie (*Comptes rendus*, t. LXXVI, 1873, p. 1592).

Les points de fusion des composés aromatiques ont été déterminés aussi dans mes études; on y trouve des courbes en zigzag dont les excursions sont énormes (*General Chemistry*, dédiée à Friedel, 1897, Leçon 97, *Pl.* 395; *The proximate constituents of the chemical elements*, Saint-Louis, 1904, p. 75-85, *Pl.* 12-16; *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 531 et t. CXLIII, 1906, p. 359).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Coagulation du latex de caoutchouc et propriétés élastiques du caoutchouc pur.* Note de M. **Victor Henri**, présentée par M. A. Dastre.

On sait que le latex de caoutchouc peut être coagulé par un grand nombre d'agents différents : chaleur, alcools, acétone, acides, sels, sucs de plantes, etc.

J'ai essayé d'analyser le mécanisme de cette coagulation en comparant le latex de caoutchouc à des solutions colloïdales et des suspensions très fines.

Le latex de *Hevea Brasiliensis*, qui m'a été obligeamment donné par M. le Dr Morisse, a été d'abord soumis à une dialyse prolongée dans des sacs en collodion, il a été ainsi débarrassé des cristalloïdes qu'il contient en solution; la conductivité électrique du latex après dialyse était égale à 5.10^{-6}, celle de l'eau distillée employée était 2.10^{-6}; avant la dialyse la conductivité était égale à 3300.10^{-6}.

Si l'on place ce latex dialysé dans un champ électrique, on voit les globules de caoutchouc se déplacer vers l'anode, de sorte que, après 4 à 5 heures, le liquide au voisinage de la cathode devient clair, tandis que le latex s'est épaissi au voisinage de l'anode. Par conséquent le *latex de caoutchouc est une émulsion négative*. La grosseur des globules étant très faible, de $0^{\mu},5$ à 2^{μ} de diamètre, on doit donc comparer la coagulation du latex de caoutchouc à la précipitation des colloïdes négatifs. L'étude des conditions de coagulation du latex de caoutchouc conduit aux trois résultats suivants :

1° *La coagulation du latex par les électrolytes est déterminée par les ions positifs de ces électrolytes.*

Ce sont les acides et les sels des métaux bivalents et trivalents qui produisent le plus facilement la coagulation du latex; il y a donc un parallélisme complet avec la précipitation des colloïdes négatifs.

2° *La structure du coagulum varie avec la nature et la concentration des corps employés pour la coagulation.*

Un coagulant faible produit la formation d'un précipité pulvérulent ou floconneux; un coagulant énergique produit, au contraire, la formation d'un caillot élastique à structure réticulaire.

Les deux figures suivantes donnent des reproductions photographiques des deux modes de coagulations; la même quantité de latex a été additionnée dans le premier cas de $CaCl^2 + HCl$ et dans le deuxième cas de $CaCl^2 + NaOH$.

La quantité d'alcali qu'il suffit d'ajouter pour empêcher la formation du réseau et provoquer la coagulation en flocons isolés est extrêmement faible, souvent $\frac{1}{10000}$ normale suffit.

Lorsqu'on étudie la structure du caillot en réseau obtenu par différents agents coagulants, on voit que la finesse des mailles du réseau varie suivant la nature du coagulant et suivant la vitesse avec laquelle se produit la coagulation.

3° *Les propriétés élastiques du caoutchouc obtenu par la coagulation d'un même latex varient beaucoup suivant l'agent coagulant employé.*

Les caillots obtenus par la coagulation du latex étaient laminés en plaques de 1^{mm} à 3^{mm} d'épaisseur et mis à dessécher à l'étuve à 25°. Après 15 jours, des lames étaient taillées et étudiées par la traction. J'ai construit ainsi, pour chaque cas, les courbes de traction représentant la relation entre les charges et les allongements correspondants. Je donne ici seulement les valeurs limites correspondant au moment de la rupture, ces valeurs sont rapportées au millimètre carré de la section primitive. La dernière colonne représente les allongements au moment de la rupture.

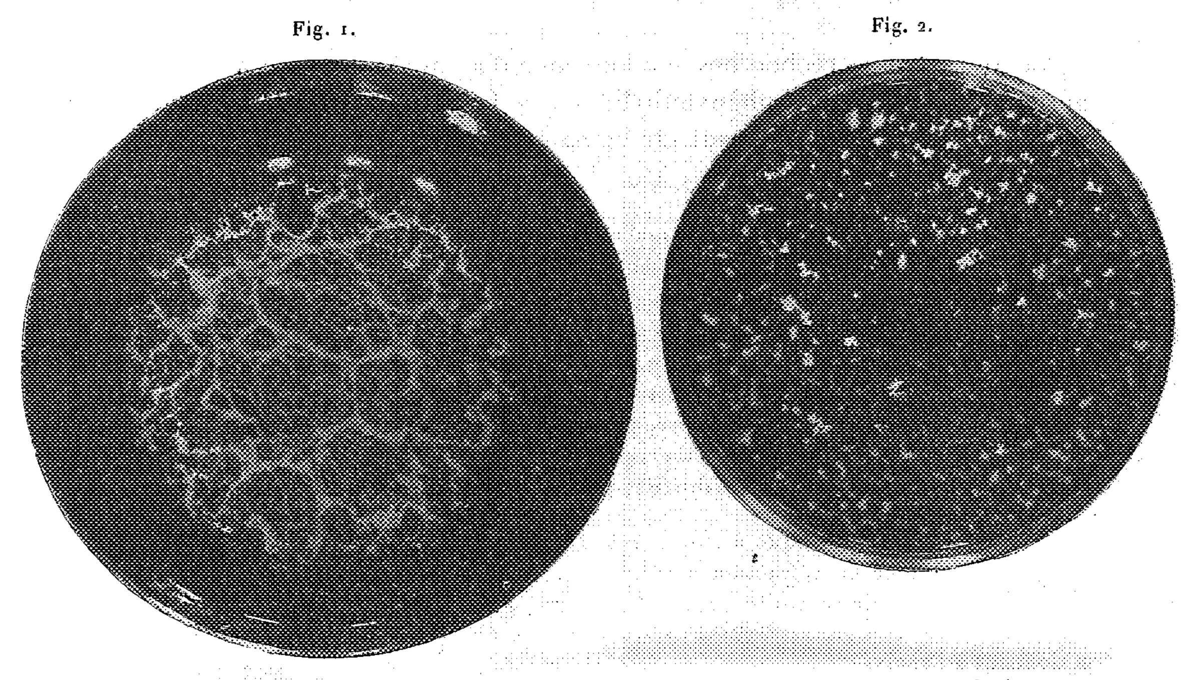


Fig. 1. Fig. 2.

Mode de coagulation.	Charge de rupture par mm^2.	Allongements.
Chaleur : 80°	150 g	8,5
» : 25°	190	7,2
Acide acétique faible	175	7,5
» » fort	210	7,1
» trichloracétique	325	6,8
Acide + électrolyte : 1°	310	»
» » 2°	380	»
» » 3°	660	6,5

Par conséquent, les propriétés élastiques du caoutchouc sont en rapport avec la finesse de la structure réticulaire du caillot et cette dernière dépend de l'agent coagulant employé; on peut donc avec le même latex avoir des caoutchoucs de valeurs très différentes.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de l'alcool phényléthylique dans l'essence d'aiguilles de pin d'Alep d'Algérie.* Note de M. ÉMILIEN GRIMAL.

Au cours de mes recherches sur l'essence d'aiguilles de pin d'Alep d'Algérie, j'ai isolé l'alcool phényléthylique; ce fait me paraît d'une certaine importance, cet alcool n'ayant été signalé jusqu'ici que dans les essences de néroli et de roses.

Soumise à la distillation sous pression réduite, l'essence d'aiguilles de pin d'Alep a donné diverses fractions; la partie passant entre 120° et 135° (10^{mm} de pression) a été saponifiée complètement par la potasse et épuisée par l'éther; le liquide éthéré a été distillé et la fraction bouillant de 95° à 98° (8^{mm} de pression) a été traitée par l'anhydride phtalique, d'après la méthode de M. Haller pour l'extraction des alcools terpéniques. Le produit de la réaction est traité par l'éther; la partie aqueuse est totalement saponifiée par la potasse et épuisée par l'éther, en présence d'un excès de chlorure de sodium. Après évaporation de l'éther, j'obtiens un liquide très aromatique, distillant entre 218° et 220° à la pression ordinaire, présentant les constantes suivantes :

Poids spécifique à 15°	1,0187
Indice de réfraction à 18°	$n_{D_{18}} = 1,52673$
Pouvoir rotatoire	Nul

et donnant à l'analyse

	Trouvé.	Calculé pour $C^8H^{10}O$.
Carbone	78,59	78,68
Hydrogène	8,28	8,19

Par oxydation avec l'acide chromique étendu, il s'est produit de l'acide phénylacétique fondant à 76°-77°; oxydé avec le permanganate, on obtient de l'acide benzoïque fondant à 122°-123° et dont le sel d'argent donne à l'analyse :

Substance : 0,3126; argent : 0,1479.

Trouvé 47,33 pour 100; calculé pour C^6H^5COOAg, 47,16 pour 100.

Traité par l'isocyanate de phényle, le liquide obtenu donne une phényluréthane cristallisant en belles houppes soyeuses, fondant à 79°-80° et fournissant à l'analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^{15}H^{15}O^2Az$.
Carbone	74,61	74,69
Hydrogène	6,17	6,22

Le mélange de cette phényluréthane avec la phényluréthane de l'alcool phényléthylique synthétique présente le même point de fusion 79°-80°.

L'alcool que j'ai isolé de l'essence d'aiguilles de pin d'Alep d'Algérie est donc bien identique à l'alcool phényléthylique.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Répartitions successives des composés terpéniques entre les divers organes d'une plante vivace.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

Dans une précédente Note nous avons étudié la formation et la distribution de l'huile essentielle dans une plante vivace, l'Absinthe (*Artemisia absynthium* L.). Cette huile essentielle renferme toute une série de composés liés par une étroite parenté chimique : à côté du *thuyol*, alcool répondant à la formule $C^{10}H^{18}O$, on rencontre les *éthers* de cet alcool, ainsi que la cétone correspondante, la *thuyone* $C^{10}H^{16}O$. Nous avons étudié la répartition de ces corps entre les divers organes de la plante au fur et à mesure de la végétation, et nous avons pu ainsi compléter, préciser et généraliser nos conclusions antérieures relatives à la formation, à la circulation et à la signification physiologique des composés odorants. Pour effectuer cette étude, nous avons établi la composition des huiles essentielles obtenues au cours du travail résumé dans notre précédente Note. Nous ne pouvons songer à indiquer les nombreux résultats que nous avons obtenus, nous les ferons connaître dans un autre Recueil et nous nous bornerons à formuler ici nos principales conclusions.

1. *Longtemps avant l'apparition des premières inflorescences,* on trouve dans la plante une essence ne renfermant encore que *des traces de thuyone. La tige contient une huile essentielle moins soluble que la feuille.*

Nous avons constaté incidemment que la composition quantitative des essences d'absinthe du midi de la France, qu'elles soient extraites de plantes sauvages ou cultivées, diffère très sensiblement de celle des essences américaines et des essences de la région parisienne étudiées antérieurement. Celles-ci sont beaucoup plus riches en thuyone que les premières et plus pauvres en thuyol combiné du total.

2. *Lorsque les premières inflorescences apparaissent, on y rencontre tout d'abord une essence moins soluble que dans les feuilles,* ainsi que cela avait été constaté dans le cas du basilic à un stade correspondant. Mais plus tard il n'en sera plus ainsi. Il semble donc que, après une végétation d'une longue

durée, l'essence, déjà profondément élaborée dans la feuille, ait gagné l'inflorescence qui vient de se former, tandis que, par suite de phénomènes d'équilibre chimique très fréquents dans l'organisme vivant, une nouvelle quantité d'essence prenait naissance dans la feuille pour remplacer l'essence déversée dans les sommités florifères où, d'ailleurs, certains principes sont consommés. Ainsi s'explique que la feuille renferme une essence dont le stade d'évolution paraisse postérieur à celui de l'essence contenue dans l'inflorescence naissante.

L'essence des racines contient la plus forte proportion d'éthers, ensuite vient l'essence des tiges, puis celle des inflorescences et enfin celle des feuilles. Les différences ne sont pas très sensibles en ce qui concerne le thuyol libre. C'est dans l'essence de feuilles que l'on trouve le plus de thuyone, l'essence de tiges n'en renferme que des traces.

Il y a là un fait qui mérite quelque attention. Des recherches antérieures, effectuées par l'un de nous, ont montré le rôle de la floraison dans l'apparition des cétones et des aldéhydes terpéniques. Ce rôle se manifeste encore ici, en ce sens que les proportions de thuyone étaient insignifiantes au stade précédent et qu'elles sont devenues maintenant bien supérieures. Mais, tandis qu'en étudiant la menthe poivrée il avait été trouvé que la menthone s'accumulait dans l'essence d'inflorescences, tandis que nous montrerons plus tard que c'est l'essence d'inflorescences qui, chez la verveine, renferme le plus de citral, nous constatons ici la présence, dans l'essence de feuilles, d'une proportion de thuyone supérieure à celle trouvée dans l'essence d'inflorescences. Comment expliquer ce fait, qui se manifestera d'une façon continue jusqu'au terme de l'évolution de la plante? Il est probable que la tuyone, comme d'ailleurs les autres cétones ou aldéhydes, est détruite par oxydation dans l'inflorescence où une quantité importante d'huile essentielle est effectivement consommée. Tandis que le citral, par exemple, est un des principes les plus solubles de l'essence de verveine, la tuyone est au contraire un des constituants les moins solubles de l'essence d'absinthe. Aussi conçoit-on que la proportion de cette cétone augmente dans l'essence de feuilles, lorsque les composés terpéniques circulent depuis ces organes jusqu'aux inflorescences auxquelles est fait un apport de produits relativement solubles, c'est-à-dire riches en thuyol, pauvres en thuyone.

En résumé, à l'approche de la floraison ce sont surtout les éthers qui s'accumulent dans la racine, tandis que la thuyone apparaît avec une abondance relative. L'augmentation du poids d'essence porte aussi sur le thuyol.

3. Nous avons constaté que, *pendant la fécondation*, le poids d'essence diminue dans la feuille et dans l'inflorescence. Quel est, de ces deux organes, celui dans lequel a lieu la consommation des corps odorants? L'analyse nous permet de conclure que c'est l'inflorescence. Elle conduit,

en effet, à cette constatation que la diminution du poids de composés terpéniques est particulièrement sensible pour le thuyol, tandis que dans les inflorescences le poids de ce même alcool, principe relativement soluble, augmente malgré que la quantité d'essence diminue. Il y a donc lieu de penser qu'un mélange relativement soluble est déversé de la feuille dans la fleur où, malgré l'apport fait par le premier organe, on observe encore une perte. *Il faut pour cela qu'il y ait dans la fleur une consommation active au moment de la fécondation.*

4. *Lorsque la fructification est achevée,* de nouvelles pousses font un nouvel apport d'essence. On observe alors, dans les inflorescences desséchées, la disparition d'une nouvelle quantité d'essence; mais, tandis qu'au stade précédent le principe relativement soluble, le thuyol, avait augmenté, c'est ce corps qui maintenant subit la perte la plus sensible. Cela s'explique si l'on admet, comme nous l'avons fait à propos du basilic, que l'huile essentielle retourne partiellement dans les organes verts lorsque le rôle de la fleur se trouve terminé.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Le fluor dans les coquilles de mollusques.* Note de M. **P. Carles**, présentée par M. Armand Gautier.

Après avoir établi que l'eau de mer renferme par litre $0^{g},012$ de fluorures, nous avons eu l'idée de vérifier si le fluorure de calcium ne faisait pas partie des écailles de mollusques. Dans ce but, nous avons fait dissoudre des écailles d'huîtres dans l'eau chlorhydrique, mais dans le liquide obtenu nous n'avons jamais pu caractériser le fluor. Nous nous sommes rappelé alors que MM. Berthelot et Moissan avaient écrit que l'acide chlorhydrique déplaçait plus ou moins l'acide fluorhydrique et que nous-même nous avions gravé une série de plaques de verre en les exposant successivement aux vapeurs fournies par une bouillie faite avec de la poudre de spath-fluor et d'acide chlorhydrique. Nous en avons conclu que dans notre essai l'acide fluorhydrique avait été entraîné par l'acide carbonique au fur et à mesure de sa mise en liberté. En voici, du reste, la preuve.

Dans une seconde expérience, les écailles d'huîtres calcinées et finement pulvérisées ont été soumises à 2 heures d'ébullition dans de l'eau alcalinisée par du carbonate de potasse. Le liquide filtré a été saturé avec précaution par l'acide acétique en présence du chlorure de baryum et, avec le résidu persistant, on a gravé très sensiblement des plaques de verre.

Mais le procédé suivant est préférable :

Les écailles fraîches, brossées, puis concassées, sont mises dans cinq fois environ leur poids d'eau, on chauffe au bain-marie vers 50°, puis on ajoute de l'acide acétique pur jusqu'à dissolution, en présence d'un peu de chlorure de baryum. Il semble, en principe, que tout le fluor doit passer dans les insolubles et néanmoins ce n'est que la mineure partie. Presque tout persiste dans le liquide filtré. Cependant il en vient aussi en traitant les insolubles par digestion dans l'eau chlorhydrique. Aussi nous conseillons de réunir les deux ordres de liqueurs acides pour en précipiter le fluor par le chlorure de baryum en liqueur neutre et mieux légèrement ammoniacale.

En agissant ainsi nous avons dosé en observant les détails déjà indiqués (1) :

1° Dans les écailles d'huîtres fraîches d'Arcachon 0,012 pour 100 (soit 10 fois plus que dans l'eau de mer);

2° Dans les écailles de moules du même bassin 0,012 pour 100;

3° Dans les écailles fossiles d'huîtres de Sainte-Croix-du-Mont 0,015 pour 100 (2).

De ce qui précède on doit conclure : 1° Que le fluor se dégage aisément de l'eau lorsqu'il se trouve mélangé à de l'acide chlorhydrique et à des carbonates; 2° Que les fluorures terreux sont plus solubles dans l'acide acétique qu'on ne le croit généralement; 3° Que les huîtres et moules s'assimilent les fluorures terreux de la mer pour consolider leurs écailles comme le font les Vertébrés pour leur squelette interne.

---

(1) *Comptes rendus* de janvier.

(2) Cette commune est située à 45^{km} en amont de Bordeaux sur la rive droite de la Garonne et à 50^{m} au-dessus du fleuve. Le banc d'huîtres a environ 100^{m} de long sur 50^{m} de large et 8^{m} d'épaisseur; aussi a-t-on pu creuser en son milieu des grottes et des caves. Dans certaines vignes on trouve des écailles assez nombreuses; mais on n'a pas remarqué qu'elles eussent une influence bien nette sur les vins de la région qui représentent des crus des plus estimés. On prétend seulement que les huîtres clarifient les vins.

La majoration des doses de fluorures dans les écailles fossiles par rapport aux autres est d'accord avec ce qui se passe pour ces mêmes fluorures entre les squelettes des Vertébrés récents et fossiles.

ZOOLOGIE. — *Sur un genre nouveau de Pennatulidé.* Note de M. CH. GRAVIER, présentée par M. Edmond Perrier.

Au cours de ma mission à la côte des Somalis (1904), un dragage effectué dans des sables grossiers, au voisinage du récif du Météore (golfe de Tadjourah), m'a procuré, avec un grand nombre de Sipunculides, un élégant Alcyonaire de la famille des *Kophobelemnonidæ* Kölliker.

Ce Pennatulidé se présente sous la forme d'une tigelle rectiligne grêle, dont la longueur est de 4^{cm} et dont le diamètre ne dépasse en aucun point 2^{mm}. La moitié supérieure, ou rachis, porte un petit nombre de polypes; la moitié inférieure, ou pédoncule, est nue et légèrement renflée dans sa partie terminale. On aperçoit à sa surface, qui est lisse, des spicules d'apparence un peu nacrée, presque tous orientés parallèlement à l'axe et dont le nombre va en croissant vers la région polypifère. La forme fondamentale de ces spicules pédonculaires est une sorte de bâtonnet à double tête, arrondie à chaque extrémité, long de 70^{μ} à 75^{μ}, large de 10^{μ} à 12^{μ}; quelques-uns sont en forme de baguette de tambour. Des soudures s'établissent assez fréquemment entre ces spicules dont la surface n'offre aucune aspérité.

L'axe rigide imprégné de calcaire de la colonie, à section circulaire, situé un peu excentriquement, près de la face dite ventrale, s'effile graduellement à sa partie inférieure et se recourbe vers le haut, de façon que sa pointe terminale grêle vienne s'accoler à l'axe principal en faisant une boucle avec lui. Tout le long de celui-ci s'étendent quatre canaux séparés par deux cloisons cruciales qui s'attachent à la gaine de l'axe et à la paroi. Cette dernière présente, au-dessous de l'épiderme, une couche musculaire dont l'épaisseur s'accroît fortement dans le renflement basilaire du pédoncule où viennent se terminer, en s'y réduisant beaucoup, les quatre canaux longitudinaux.

A l'exception d'une très étroite bande médiane ventrale, les polypes s'insèrent partout sur le rachis. Naissant à la base de celui-ci, ils s'éloignent de plus en plus les uns des autres et prennent tout leur développement dans la partie supérieure de la colonie. Largement espacés, ils ne paraissent disposés ni en séries longitudinales, ni en rangées obliques latérales. Les tentacules sont absolument dépourvus de spicules; de longueur médiocre, de largeur uniforme dans presque toute leur étendue, ils sont munis de chaque côté d'une rangée de pinnules trapues. La partie du polype située immédiatement au-dessous des tentacules est également dénuée de corpuscules calcaires qui ne se montrent que dans la partie inférieure et spécialement à la base, où ils sont fort nombreux. La première peut s'invaginer dans la seconde qui lui forme une sorte de calice sur lequel on observe des bandes pigmentées séparées par d'étroites zones lon-

gitudinales incolores. Il ne s'agit pas ici de calices permanents, à forme définie, comme chez les *Protoptilidæ* Kölliker. Les plus jeunes polypes sont situés à la base du rachis, où l'on voit de légères dépressions allongées parallèlement à l'axe, au centre desquelles commencent à poindre les saillies correspondant aux ébauches des futurs polypes.

Ces Alcyonaires doivent être très carnassiers. Dans l'un des polypes voisins du sommet de la colonie, un Syllidien a la partie antérieure de son corps engagée jusqu'au niveau du proventricule encore intact et parfaitement reconnaissable. Le polype s'est invaginé, une fois la capture opérée par les tentacules dont les pinnules sont armées de nématocystes.

Les siphonozoïdes, peu nombreux, sont répartis sans régularité apparente dans les parties du rachis non occupées par les polypes, tant sur les faces dorsale et ventrale que sur les côtés. Ils sont très reconnaissables à leur pigment brun foncé particulièrement intense à la partie supérieure du rachis. Si on les examine à un grossissement suffisant, on voit, autour de l'orifice circonscrit par huit languettes saillantes, une armature de spicules entremêlés. Ces spicules ressemblent à ceux du pédoncule, mais sont, en moyenne, un peu plus grands.

Par sa forme élancée, par la taille relativement grande des polypes dépourvus de véritables calices et insérés directement et isolément sur le rachis, en ne laissant à nu qu'une étroite bande ventrale, le Pennatulidé décrit ci-dessus se range dans la famille des *Kophobelemnonidæ* Kölliker. Il rappelle par sa physionomie le genre *Kophobelemnon* Asbjörnsen; l'absence de spicules dans les tentacules le rapproche davantage du genre *Sclerobelemnon* Kölliker. Mais il diffère nettement de ces deux genres par la forme de ses spicules, par les caractères des tentacules à pinnules très courtes et surtout par le nombre beaucoup plus restreint des siphonozoïdes qui, par contre, paraissent individuellement plus développés. Je propose de fonder pour ce type nouveau de Pennatulidé le genre *Mesobelemnon* et de donner à l'espèce du golfe de Tadjourah décrite ci-dessus le nom de *Mesobelemnon gracile*.

Ce nouveau genre diffère davantage des genres *Kophobelemnon* et *Sclerobelemnon* que ceux-ci ne diffèrent entre eux; néanmoins, il forme avec eux un groupe homogène caractérisé surtout par l'insertion des polypes sur tout le rachis, sauf sur une bande médiane ventrale et par la répartition des siphonozoïdes sur les deux faces et sur les côtés de la région polypifère.

ZOOLOGIE. — *Giardia alata* (*nov. spec.*). Note de MM. J. Kunstler et Ch. Gineste, présentée par M. Alfred Giard.

En 1882, l'un d'entre nous ([1]) a fait connaître l'existence d'un curieux organisme se rencontrant rarement et en petit nombre dans l'intestin d'un têtard de Grenouille d'une mare des environs de Paris, la *Giardia agilis* K. Malheureusement, la difficulté de trouver cet être n'en a pas permis une étude très approfondie. Aussi, est-ce avec le plus grand empressement que nous avons saisi l'occasion que nous a fournie la découverte inopinée d'une forme voisine, sinon identique, pour arriver à une connaissance plus minutieuse de son organisation.

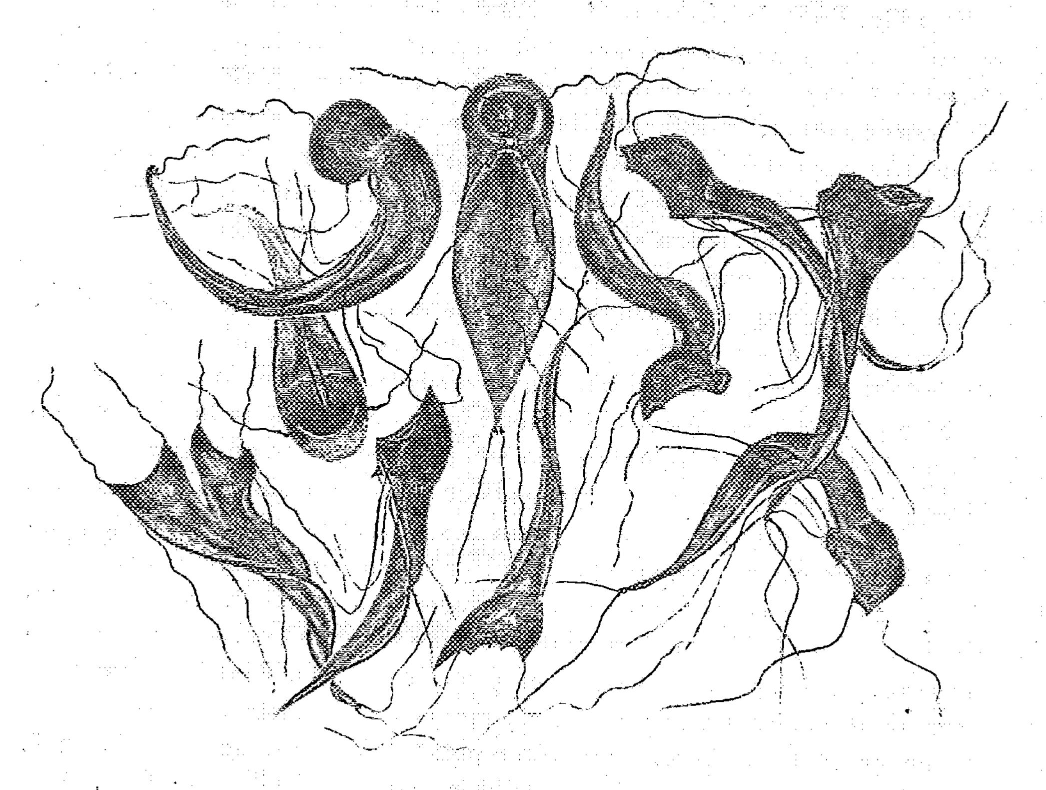
Avant le remarquable changement de faune de l'intestin de la Grenouille, correspondant à la période de transition entre le régime du têtard et celui de l'adulte, on trouve dans l'intestin de ces Batraciens des formes animales diverses et fort mal connues. Les têtards des environs de Bordeaux contiennent notamment une *Giardia*, un peu plus fréquente que chez le têtard parisien, qui nous a fourni les éléments de l'étude qui suit, en même temps que d'intéressants renseignements sur ses véritables affinités zoologiques.

La *Giardia alata* (nov. spec.) est un organisme multiflagellé présentant deux régions du corps séparées par un léger étranglement. La partie antérieure pendant la locomotion représente une sorte de tête, et la partie postérieure, beaucoup plus longue et plus étroite, formant ordinairement avec la première un angle plus ou moins aigu, constitue une sorte de queue aplatie et vibrante. L'ensemble présente une longueur de 18^{μ} à 22^{μ}. La largeur varie suivant qu'on considère l'être de profil ou de face. Dans le premier cas, elle semble être de 4^{μ} à 5^{μ}; dans le second, de 6^{μ} à 8^{μ}. La tête, vue de face, a environ 7^{μ}. Les flagellums présentent au moins 14^{μ}.

Élargie et présentant à sa face antérieure une sorte de ventouse cupuliforme, la tête montre par transparence à son intérieur un double corps qui rappelle assez bien ce que les auteurs ont décrit comme un noyau bigéminé chez *Lamblia intestinalis*. La forme de cette ventouse offre bien des particularités, saillies, contours anguleux, etc., dont la description ne saurait rentrer dans le cadre de cette Note. A sa face postérieure, un repli spécial, dirigé vers la face ventrale, se termine en deux pointes.

([1]) J. Kunstler, *Sur cinq Protozoaires nouveaux* (*Comptes rendus*, 14 août 1882). — *Histoire naturelle des Infusoires parasites* (*Annales des Sciences naturelles de Bordeaux et du Sud-Ouest*, 1883).

Le corps, allongé, dense, quelque peu flagelliforme, est beaucoup plus aplati que ne le feraient supposer les mensurations précédentes. Cela tient à l'existence d'une incurvation en gouttière, et surtout à la présence d'une double membrane élastique latérale qui en augmente le diamètre apparent, grâce à sa courbure qui la fait déborder, et qui peut être vaguement comparée au patagium de certains Mammifères plus ou moins volants.



La *Giardia agilis*, étudiée autrefois, montrait à peine à la même place une petite crête latérale très peu élevée, tandis qu'ici, de chaque côté du corps, chez l'être vu de face, se voit une large membrane, disposée à la manière des raquettes qui servent à jouer à la pelote basque, qui communique à l'organisme ainsi observé une configuration générale ovalaire.

Les flagellums, au nombre de huit, aboutissent à des granules basaux plus ou moins nets. Deux de ces filaments s'insèrent sur deux granules basaux de la fine extrémité caudale. Quatre autres prennent naissance à la partie inférieure de la ventouse. Là, ils pénètrent au fond d'une cupule infundubiliforme et profonde, se prolongeant entre les vésicules nucléiformes, et s'insérant sur des granules basaux greffés sur la paroi de celles-ci. Nous trouvons donc ici une véritable cupule flagellifère, telle qu'on la rencontre chez un si grand nombre de représentants de l'ordre des Flagellés. Il y a

encore deux autres flagellums latéraux, partant de chaque côté de la ventouse et s'insérant eux aussi sur des granules basaux de la paroi des vésicules céphaliques.

Dans l'état actuel de la question il ne nous est pas possible d'affirmer l'identité de la *Giardia agilis* et de la *Giardia alata*. Au contraire, il semblerait que de notables différences doivent en faire deux espèces distinctes. D'un autre côté, il n'est pas douteux que les *Giardia* ne soient plus ou moins proches parents des *Lamblia*, avec lesquelles on serait tenté de les confondre. S'il en était ainsi, la dénomination de *Lamblia* devrait, sans doute, céder le pas à celle de *Giardia*, qui a pour elle d'incontestables droits de priorité. Cependant, les différences qui existent entre les *Giardia* et la *Lamblia intestinalis* paraissent assez considérables pour que le classificateur se trouve sans doute dans la nécessité de conserver les deux genres *Giardia* et *Lamblia* et de constituer avec ces deux groupes une seule et même famille.

ZOOLOGIE. — *Sur quelques conditions physico-biologiques du lac Mélah (la Calle, Algérie).* Note de M. J. **Bounhiol**, présentée par M. Alfred Giard.

Le lac Mélah, l'un des plus mal connus de l'Algérie, est cependant, au double point de vue biologique et économique, l'un des plus intéressants.

Géographiquement, il est situé entre Bône et la Calle, dans la zone littorale, à 12^{km} environ de cette dernière localité. Il occupe le fond d'une cuvette ovalaire de 850^{ha} de superficie, limitée périphériquement par une ceinture de collines boisées, en pleine forêt de chênes-lièges. Au Nord, cette ceinture s'abaisse jusqu'à présenter une échancrure à travers laquelle une sorte de canal de communication s'est établi avec la mer, distante de quelques centaines de mètres à peine. Le lac Mélah peut donc être considéré comme une dépendance de la mer, analogue aux lacs salés tunisiens (lac de Bizerte, lac de Porto-Farina, etc.) dont il commencerait la série.

En réalité, cette conception exige quelques correctifs. La communication avec la mer n'est qu'intermittente. Trois petits cours d'eau se déversent dans le lac dont le niveau, en hiver, s'élève de plus de 1^m. Pendant 7 mois environ, de décembre à juillet, le lac écoule dans la mer son trop-plein d'eau douce et reçoit, d'autre part, une certaine quantité d'eau salée. Pendant l'été, de juillet à décembre, l'écoulement cesse à peu près complètement, la communication avec la mer se trouve interrompue et le niveau du lac se maintient alors à 40^{cm} au-dessus de celui de la mer. A ce moment sa profondeur varie, plus ou moins rapidement, de 2^m à 5^m, en allant des bords vers le centre.

Les nombreuses mesures de température déjà effectuées m'ont permis de constater que les couches superficielles du lac Mélah sont à une température plus élevée que celle des couches profondes en été, que l'inverse a lieu en hiver et que sa température moyenne diffère presque toujours de celle de la mer au même instant. D'une manière très générale, cette température moyenne est supérieure à celle de la mer littorale; ce n'est qu'exceptionnellement, par les hivers particulièrement rigoureux, et encore pendant une assez courte période, que le phénomène inverse peut être constaté.

La salure varie considérablement suivant la profondeur, la saison et l'état de perméabilité du canal de communication avec la mer. Elle n'est cependant jamais très élevée; la densité de l'eau oscille entre 1,0072 et 1,0160. A titre de comparaison, je rappelle que la densité de l'eau de l'étang de Berre varie, dans les mêmes conditions, entre 1,0035 et 1,0175, celle de l'eau de la Méditerranée étant 1,0285.

Les bords du lac Mélah sont constitués, pour une part, principalement du côté Est, par une série de petites plages de sable très blanc et, par ailleurs, ils sont plus abruptes, plantés d'ormes, de frênes, de trembles. Dans les parties basses, recouvertes d'eau en hiver, poussent abondamment des ajoncs, des roseaux, de hautes herbes (*Typha angustifolia* L.).

Le fond du lac est sablonneux, très propre. A l'embouchure des oueds, on y observe seulement, sur de faibles étendues, des vases à débris organiques. Sur ce fond, j'ai trouvé une remarquable végétation aquatique appartenant aux flores marine, saumâtre et d'eau douce. Il est uniformément tapissé par de vastes prairies de Zostères (*Zostera marina*, L.; *Phucagrotis major*, Cavanilles); de Characées appartenant au genre *Nitella;* de Naïadées (*Naïa muricata*, Delile); de *Myriophyllum spicatum* DC.; de *Trapa natans* L. dont les fruits (Châtaignes d'eau) se rencontrent fréquemment à la surface de l'eau.

L'eau du lac Mélah tient en suspension un plankton extrêmement abondant. Des récoltes superficielles, pratiquées à diverses reprises, m'ont permis d'y constater la présence de nombreuses espèces de Copépodes (Cyclopidés, Peltidés, Corycæidés...), de Cladocères, de *Mysis* et d'une quantité considérable de larves de Crustacés variés. Quelques Noctiluques et des Péridiniens abondants s'y rencontrent aussi constamment.

La partie végétale de ce plankton est non moins intéressante. Une grande quantité de Diatomées très diverses, d'Oscillaires, de Nostocacées, de nombreuses Algues vertes microscopiques (*Halosphæra, Chlorella...*) y forment également des amas importants et donnent à l'eau du lac une légère transparence verte.

Mais le plankton du lac Mélah est plus remarquable encore par *sa densité* que par la variété des êtres qui le constituent. J'ai mesuré cette densité à diverses époques, et j'ai obtenu, comme résultat moyen, le chiffre considérable de 262^{cm^3} de gelée vivante par mètre carré superficiel. Mon filet ne pouvait filtrer qu'une couche d'eau de 10^{cm} à 15^{cm} d'épaisseur.

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *De la nocivité des huîtres.* Note (¹) de M. J. **Baylac**, présentée par M. Alfred Giard.

L'attention de l'Académie de Médecine vient d'être appelée à nouveau par M. Netter sur la nocivité des huîtres et sur l'origine ostréaire de la fièvre typhoïde.

Sans vouloir entrer ici dans la discussion des faits cliniques, nous désirons rappeler les résultats de nos recherches sur la composition chimique et bactériologique des liquides d'huîtres, sur leur toxicité et sur les variations de cette dernière sous l'influence de la température. Nos recherches ont porté sur des huîtres de la Méditerranée (huîtres *fraîches* des parcs de Cette et de l'étang de Thau) et sur des huîtres de l'Océan (Marennes, La Tremblade).

I. *Composition chimique des liquides d'huîtres.* — Les analyses ont été faites en collaboration avec M. Saloz.

Composition chimique des liquides d'huîtres fraîches, *rapportée à* 1000^{cm^3}.

Provenance des huîtres.	Réaction.	Densité.	Point de congélation Δ.	Tension superficielle.	Résidu total desséché à 110°-120°.	Matières organiques.	Albumines totales.	Albumines insolubles à chaud.	Albumines solubles à chaud.	Urée.	Chlore total.	Chlore total calculé en Na Cl.	Acide sulfurique SO^4.	Acide phosphorique Ph^2O^5.	Sodium Na.	Magnésium Mg.	Potasse.	Silice.
Cette	neutre	1,032	−2°,28	légt. abaissée 23 gttes par cm³	46g,50	10g	2g,45	1g,85	0g,60	0g,16	20g,31	33g,50	»	0g,50	12g,16	»	traces	traces
Marennes... La Tremblade.	neutre	1,024	−1,85	légt. abaissée 24 gttes par cm³	35,95	8	1,90	1,60	0,30	0,11	15,20	25,33	2,22	0,25	9,12	0,99	traces	traces

Les liquides d'huîtres ont une composition relativement constante pour

(¹) Présentée dans la séance du 18 février 1907.

chaque variété; ils renferment de l'albumine (2g environ par litre), de l'urée et des sels ammoniacaux, des phosphates, des sulfates, des chlorures (Na, Mg), de la potasse, de la silice, etc.

La teneur en chlore varie avec la provenance des huîtres; elle est de 20g,31 dans les huîtres de Cette, ce qui correspond à 33g,50 de NaCl, de 15g,20 dans les huîtres de Marennes correspondant à 25g,33 de NaCl. Les huîtres de Cette renferment une plus grande quantité de matières organiques, d'albumine, de peptones et de mucine que celles de Marennes; il n'y a pas de différence entre les huîtres de l'étang de Thau et celles des parcs de Cette.

II. *Toxicité des liquides d'huîtres.* — Les recherches bactériologiques sur les huîtres nous ayant donné des résultats inconstants et peu concluants sur leur richesse en *microbes pathogènes* (absence du bacille d'Eberth, présence fréquente mais inconstante du coli-bacille dans les huîtres *fraîches*, présence accidentelle du staphylocoque et du streptocoque, etc.) et, d'autre part, les accidents consécutifs à l'ingestion d'huîtres rappelant, par leur ressemblance avec les accidents causés par les viandes avariées, une *intoxication* plutôt qu'une *infection;* nous avons eu l'idée d'étudier la *toxicité des liquides d'huîtres*. Nous avons suivi la méthode générale des injections intra-veineuses au lapin, et nous avons déterminé non la toxicité mortelle immédiate, mais la *toxicité éloignée ou à distance*.

La toxicité des liquides d'huîtres fraîches de Cette est en moyenne de 44cm³ pour 1kg d'animal; il n'existe pas de différence appréciable entre les huîtres de l'étang de Thau et celles des parcs de Cette. Avec les huîtres de Marennes, nous avons obtenu une toxicité de 38cm³,5, mais les huîtres étaient depuis longtemps hors de l'eau (48-50 heures).

L'injection des liquides d'huîtres détermine chez le lapin de la dyspnée, des contractions fibrillaires, des convulsions plus ou moins généralisées, des phénomènes paralytiques, du myosis, et presque toujours une diurèse abondante, avec parfois de la diarrhée.

La toxicité des liquides d'huîtres est indépendante de celle de l'eau dans laquelle vivent ces mollusques; la toxicité de l'eau de l'étang de Thau et de l'eau des canaux de Cette, prélevée en différents points de leur parcours, est, en effet, de 85cm³. D'autre part, la toxicité d'une solution aqueuse de chlorure de sodium isotonique au liquide d'huîtres est de 160cm³. La toxicité des liquides d'huîtres appartient donc en propre à ces mollusques.

III. *Influence de la température sur la toxicité des liquides d'huîtres.* — Cette toxicité est très variable avec les huîtres achetées sur le marché ou à

des marchands ambulants : nous avons ainsi obtenu des toxicités de 16^{cm^3}, 14^{cm^3}, 12^{cm^3}. Pensant que la température était, comme pour les poissons, l'un des facteurs les plus importants de cette élévation de la toxicité, nous avons exposé plusieurs lots d'huîtres de diverses provenances à différentes températures pendant des temps variables. Nous avons constaté alors que la toxicité des liquides d'huîtres, qui, dès les premières heures après leur sortie de l'eau, est de 44^{cm^3}, s'élève rapidement et atteint progressivement 31^{cm^3}, 29^{cm^3}, 18^{cm^3}, 14^{cm^3}, 12^{cm^3}, 6^{cm^3} et jusqu'à 4^{cm^3}. Après 5 jours, à une température inférieure à 10°, la toxicité est de 29^{cm^3}; après 3 jours, à une température de 10°, elle est de 31^{cm^3}; après 2 jours, à une température de 18°, elle est de 14^{cm^3}; après 1 jour, à une température de 25°, elle est de 18^{cm^3}; après 2 jours, à une température de 25°, elle est de 12^{cm^3}; enfin, après une exposition de 3 jours, elle est de 6^{cm^3}.

Désirant étudier les effets dangereux du « rafraîchissement » fort en usage chez les marchands au détail, nous avons conservé des huîtres à une température de 16° pendant 3 jours et, le deuxième jour, nous les avons immergées pendant 1 heure dans de l'eau de la Garonne faiblement salée. Nous avons alors obtenu une toxicité extrêmement élevée : 4^{cm^3}, et les huîtres avaient toutes les apparences de la vie (conservation d'une certaine quantité de liquide et des mouvements réactionnels, absence de toute odeur désagréable).

Si l'on songe que les huîtres, expédiées loin de leur lieu d'origine, sont rarement consommées avant le quatrième ou le cinquième jour et qu'elles sont exposées à des températures supérieures à 15° et atteignant parfois 25°, on est autorisé à attribuer, au moins dans un très grand nombre de cas, les accidents gastro-intestinaux qu'elles déterminent à cette augmentation de leur toxicité sous l'influence de la température.

Sans doute, quelques accidents peuvent reconnaître pour cause la présence de microbes pathogènes provenant des eaux dans lesquelles elles vivent (la fièvre typhoïde d'origine ostréaire est chose *possible*, bien que difficile à démontrer), mais ce sont là, selon nous, des faits exceptionnels et, d'une manière générale, la nocivité des huîtres est le résultat d'altérations subies par les huîtres après leur sortie de l'eau. D'ailleurs, comme la plupart des expérimentateurs, nous avons pu constater sinon la disparition du moins une diminution très grande du nombre des micro-organismes dans les huîtres au bout de quelques jours. Cette diminution coïncide avec une augmentation très grande de leur pouvoir toxique. Aussi, contrairement à l'opinion des auteurs qui déclarent que la *nocivité des huîtres est*

directement proportionnelle à leur récente extraction des parcs d'origine, nous pensons que, *comme pour les poissons, leur fraîcheur et leur parfait état de conservation sont les conditions indispensables à leur complète innocuité.* Les résultats de nos expériences viennent ainsi à l'appui des conclusions du très remarquable Rapport fait, en 1904, par M. le professeur Giard.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Les Éléphants ont-ils une cavité pleurale?* Note de Mme **Marie Phisalix**, présentée par M. Edmond Perrier.

S'appuyant sur une courte Note publiée en 1906 par J.-E.-V. Boas (1), professeur de Zoologie à l'École vétérinaire de Copenhague, M. Giard (2) a mis en doute la possibilité d'un épanchement pleurétique chez les Éléphants. L'auteur danois conclut, de trois observations personnelles et de deux autres empruntées à la bibliographie, que l'absence de cavité pleurale est *un caractère normal de l'*Elephas indicus *et vraisemblablement du genre Éléphant tout entier.*

Le genre Éléphant ne comprend actuellement qu'une espèce : l'*Elephas indicus;* l'Éléphant d'Afrique constitue à lui tout seul un autre genre, le genre *Loxodon;* et, ainsi que le fait justement remarquer M. Giard, les caractères différenciels des deux genres, tirés de la dentition, de la forme du front et des oreilles, sont suffisants pour qu'on ne puisse étendre qu'avec prudence au *Loxodon* les constatations faites sur l'*Elephas.*

Déjà, dans la bibliographie très sommaire de Boas, à laquelle M. Giard s'est arrêté, on trouve mentionné le travail de deux savants illustres, Vulpian et Philippeaux (3), qui, chez un Éléphant d'Afrique, constatent de larges adhérences des deux feuillets de la plèvre, et aussi la persistance, en certains points limités, de la cavité pleurale.

Mais, même sur l'*Elephas indicus,* les données sont loin d'être concordantes. Le grand anatomiste Camper (4) mentionne chez cet animal entre

---

(1) J.-E.-V. Boas, *Fehlen der Pleuralhöhlen bein indischen Elephanten* (*Morph. Jahrbuch,* 3e série, t. XXXV, 1906, p. 494).

(2) M. Giard, *L'Éléphant d'Afrique a-t-il une cavité pleurale?* (*Comptes rendus,* 11 février 1906, p. 306).

(3) Vulpian et Philippeaux, *Notes sur le cœur, le foie et les poumons d'un Éléphant* (*Ann. des Sc. nat.,* 4e série, t. V, 1856, p. 183).

(4) Camper, *Description anatomique d'un Éléphant mâle,* 1802.

la plèvre et le diaphragme une adhérence qui l'étonne et il cite à ce sujet le Mémoire de Blair (¹) qui a, sur un Éléphant d'Asie, mort à Dundee en 1706, trouvé les poumons dégagés de tous côtés.

En 1837 Bazin (²), dans son Travail d'ensemble *Sur l'enveloppe propre du poumon,* décrit séparément la plèvre viscérale ou enveloppe propre et la plèvre pariétale de l'Éléphant d'Asie, ainsi que le tissu qui les unit par places, tissu que de Blainville appelle du tissu scléreux et qui a été également trouvé chez une panthère tuberculeuse.

Plus récemment W. Watson (³) a décrit également, chez l'Éléphant d'Asie, la disposition de la plèvre viscérale. En sorte que, si quelques Éléphants d'Asie ou d'Afrique ont présenté des adhérences complètes, il en est d'autres qui n'en ont pas présenté du tout ou n'en ont présenté que de partielles. Il est impossible de contester des observations aussi précises faites par des anatomistes éminents, quelle que soit leur ancienneté. Au surplus, même parmi le petit nombre d'auteurs cités par M. Giard, d'après Boas, Mojsisovics (⁴) n'hésite pas à interpréter les adhérences qu'il a rencontrées sur un Éléphant d'Afrique comme des lésions de pleurésie adhésive. L'existence normale d'une cavité pleurale chez les Éléphants, soit d'Asie, soit d'Afrique, n'a donc été mise en doute que par le seul professeur de l'École vétérinaire de Copenhague.

Mais voici deux faits qui tranchent la question et qui pourront être vérifiés par tous ceux qu'elle intéresse; ils ont l'avantage de porter tous deux sur l'Éléphant d'Asie : c'est l'existence, au laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum, de pièces anatomiques démonstratives; l'une est un fœtus, dont la paroi interne du thorax est encore recouverte de la plèvre pariétale; l'autre, plus importante, comprend le thorax et les poumons d'un jeune Éléphant mort à 14 ans en 1905 et provenant de la ménagerie Bostock. L'autopsie de cet Éléphant a été faite par M. le Dr Gervais, qui a extrait lui-même les organes thoraciques, les a conservés et préparés pour servir de pièces de démonstration. Ces organes étaient parfaitement sains et leurs vaisseaux ont pu être injectés. Les plèvres, simplement affrontées l'une à l'autre, ont été séparées « comme deux membranes de caoutchouc mouil-

---

(¹) BLAIR, *Memoirs of the Royal Society* (*Philos. trans. of London*, V, 1706-1713, p. 303-304).

(²) BAZIN, *Sur l'enveloppe propre du poumon* (*Ann. franç. et étrang. d'Anat. et de Physiol. appliquées à la Méd. et à l'Hist. nat.*, par LAURENT et BAZIN, t. I, 1837, p. 321).

(³) M. WATSON, *Anatomy of the Indian Elephant* (*Journ. of Anat. and Physiol.*, 2e série, t. V, 1re Partie, 1871-1872, p. 93).

(⁴) MOJSISOVICS, *Nachr. zur Anat. von* Loxodon Africanus (*Mitth. des naturw. Vereins für steiermark.*, 1883, p. 171).

lées, *sans déchirures et sans sections,* » ce que montre d'une façon indiscutable la surface lisse des parties respectives : poumons et thorax.

Tout était donc ici parfaitement conforme aux dispositions observées chez les autres Mammifères. Ainsi l'absence de cavité pleurale chez les Éléphants ne saurait être considérée comme un phénomène constant et normal. La fréquence d'une soudure pathologique des plèvres chez les animaux vivant en captivité s'expliquerait aisément par les conditions défectueuses dans lesquelles se trouvent des animaux en captivité. Bien nourris, mais mal protégés par une peau presque glabre contre les intempéries d'un climat qui n'est pas le leur, privés en outre de l'exercice nécessaire à l'activité de leur mécanisme respiratoire, ils se trouvent très exposés aux affections *a frigore* (congestions pulmonaires, cystites, etc.). L'Éléphant Sahib avait, comme celui de Vulpian et Philippeaux, les deux feuillets de la plèvre unis par du tissu conjonctif sur de vastes étendues; mais ce n'est pas sur un animal mort d'une affection pulmonaire intense que l'on peut établir les dispositions normales de l'appareil respiratoire.

Quant aux cas de soudures relatés chez des Éléphants qui n'avaient pas quitté l'Inde, ils demanderaient un examen critique détaillé avant qu'on puisse admettre que la cavité pleurale de ces animaux s'oblitère constamment avec l'âge et par un processus normal. Cette transformation d'un phénomène très fréquent, mais partout ailleurs pathologique, en un phénomène normal serait du plus haut intérêt au point de vue de l'hérédité des caractères acquis.

PHYSIOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur la transplantation des ganglions nerveux. (Transplantation chez la grenouille.)* Note de MM. **G. Marinesco** et **J. Minea**, présentée par M. Laveran.

Comme il était à prévoir, les cellules des ganglions sensitifs auto ou homotransplantés ne se comportent pas de la même manière chez la grenouille que chez les animaux à sang chaud.

En examinant le ganglion spinal d'une grenouille 4 jours après l'homotransplantation, on constate, dans quelques cellules, des modifications consistant dans la dissolution plus ou moins complète de la substance chromatophile et le déplacement du noyau. Çà et là, on voit des accumulations de cellules satellites à l'intérieur de la capsule du neurone. 8 jours après la même opération, la coloration diffuse du cytoplasma s'est accusée et un certain nombre de cellules présentent une achromatose centrale avec

déformation du noyau. Lorsque ce dernier se trouve à la périphérie, il est habituellement ovoïde et son grand axe traverse celui de la cellule. D'autres cellules ont à peu près gardé leur aspect normal, cependant la substance chromatophile est altérée. Les cellules satellites sont plus nombreuses qu'à l'état normal. La compression exercée par ces dernières est légère et n'aboutit pas à faire disparaître la cellule nerveuse.

Transplantation du ganglion spinal d'une grenouille sous la peau du même animal sacrifié après 17 jours. — Les phénomènes cellulaires attirent immédiatement notre attention; c'est, d'une part, la diminution du nombre des cellules et, d'autre part, la prolifération des cellules capsulaires et du tissu interstitiel. Les cellules capsulaires multipliées sont habituellement accumulées sur une région de la cellule nerveuse qu'elles compriment à différents degrés. Lorsque cette compression est uniforme, la cellule nerveuse est excavée, ses bords sont sinueux et irréguliers. Si la compression s'exerce davantage sur une région donnée, il se produit à ce niveau une grande excavation dans laquelle se logent les cellules satellites. La compression arrivée à son maximum ayant détruit à peu près complètement la cellule, la place de celle-ci est occupée par un nodule de cellules satellites.

En général, le noyau souffre moins que le cytoplasma. La plupart des cellules nerveuses qui persistent présentent tout à fait l'aspect morphologique des lésions secondaires. La cellule paraît plus ou moins gonflée, le centre du cytoplasma est en chromatolyse ou en achromatose; le noyau excentrique est plus ou moins déformé et, à la périphérie de la cellule, il y a une bordure de corpuscules de Nissl irréguliers. En dehors de ces cellules, on en voit d'autres dans lesquelles les éléments chromatophiles du centre sont en voie de reformation. Dans ce cas, le centre de la cellule, malgré qu'il soit encore plus clair que le reste, contient cependant des bâtonnets et des corpuscules de Nissl disposés parfois concentriquement. Les cellules satellites se multiplient par karyokinèse, ainsi que le prouvent les nombreuses figures de division indirecte que nous avons constatées. Après un mois de transplantation, on ne trouve plus traces de cellules nerveuses dans le ganglion transplanté. A leur place, on voit un grand nombre de cellules fusiformes dont la plupart sont probablement apotrophiques et des vaisseaux de nouvelle formation.

En somme, chez les animaux à sang froid, les cellules des ganglions transplantés vivent beaucoup plus longtemps après la transplantation, réagissent et réparent leurs lésions dans une plus large mesure que les cellules ganglionnaires des animaux à température constante. Pour démontrer ce fait, nous avons transplanté le ganglion d'une grenouille sous la peau d'un chien et nous l'avons examiné 5 jours après l'opération. Nous avons trouvé presque toutes les cellules en état d'achromatose; le noyau se présente sous la forme d'une vésicule homogène, à contours mal délimités, de forme variable. De plus, on observe une réaction assez modérée des cellules satellites et, çà et là, à la périphérie et à la surface des cellules nerveuses, des polynucléaires dont quelques-uns paraissent dégénérés. Ces lésions sont jusqu'à un certain point comparables à celles qui existent dans les gan-

glions sensitifs autotransplantés du chien avec la différence que, dans ce dernier cas, la prolifération des cellules satellites est plus accusée.

MÉDECINE. — *Répartition des sécrétions microbiennes (dans une culture) entre le liquide de cette culture et les microbes. (Toxines libres et toxines adhérentes. Corps extra-cellulaires et corps intra-cellulaires).* Note de MM. **Charrin** et **Goupil**, présentée par M. d'Arsonval.

Parmi les toxines produites dans une culture, les unes sont en quelque sorte libres, dissoutes dans le liquide ambiant, les autres adhèrent plus ou moins aux microbes qui les engendrent. Les premières semblent pouvoir diffuser et agir plus rapidement. Aussi, en dehors du côté théorique de la question, il nous a paru pratiquement intéressant de savoir comment, au point de vue de cette distinction, se comportent les sécrétions des agents pathogènes infectieux. Comme l'analyse et l'expérimentation nous ont permis d'établir que les productions du bacille pyocyanique sont à la fois multiples, variées et, pour quelques-unes, d'une nature chimique précise, définie, de préférence nos recherches ont porté sur les cultures de cet infiniment petit.

Contrairement à d'autres matières colorantes bactériennes, les pigments sont dissous dans le bouillon. Mais ils prennent une part insignifiante à la genèse des accidents morbides ; à l'inverse de certaines matières colorantes organiques telles que la bilirubine, dont 5^{cg} tuent en 1 minute un lapin de 1^{kg}, le plus important des divers pigments (bleu, vert, jaune, noir, rose), de ce microbe, la pyocyanine, est sensiblement dépourvu de toxicité; la formation de ces corps est d'ailleurs inconstante. Dans le bouillon, à l'état soluble, à côté des matériaux stables, on décèle également des substances en partie volatiles, aptes à agir à distance; elles sont avant tout constituées par des ammoniaques composées qui proviennent, avant tout, de la désassimilation et confèrent à ces cultures une odeur caractéristique. Quand le bacille à été semé depuis un temps relativement considérable, on voit apparaître du mucus, dont les éléments visqueux englobent les microbes dans une sorte de magma filant. Capable de favoriser des thromboses, ce mucus protège les hématies contre la double action hémolytique des éléments ammoniacaux et d'un principe pyocyanique spécial ; à cet égard il se comporte en antagoniste.

Dans ces milieux additionnés de sucre on peut trouver des acides, de l'alcool et, dans certaines conditions, de la glycérine, etc. Ces éléments

sont libres dans le liquide ambiant; toutefois, ils ne possèdent pas de propriétés morbifiques spéciales. En dehors d'eux, en dehors de corps solubles dans l'alcool, on rencontre différentes diastases, à divers degrés adhérentes aux bacilles. Ce sont surtout ces diastases ou des produits de cet ordre, plus ou moins analogues aux vraies diastases, qui provoquent les accidents morbides et, en revanche, l'immunité. Grâce, d'ailleurs, à leurs propriétés morbifiques, l'expérience permet de mettre en évidence la répartition des véritables toxines entre le liquide de culture et les bacilles.

Expérience I. — On filtre une culture pyocyanique; on tyndallise le liquide à 57, 58 et à des lapins, par animal, on injecte 7^{cm^3} de ces produits *a*.

On reprend le magma retenu par le filtre ou le dépôt visqueux du fond du ballon qui a renfermé cette culture. On soumet cette deuxième partie à l'action d'une presse hydraulique qui exerce une force de 15000^{kg}. On ramène au volume primitif et, après tyndallisation (produits *b*), à chaque animal on injecte également 7^{cm^3}.

Comme ces 7^{cm^3} correspondent au dixième de la totalité de cette culture, pour un lapin, on recueille aussi la dixième partie des produits *c* demeurés sous la presse. On met ces cadavres, absolument secs, en suspension dans 7^{cm^3} de bouillon; on tyndallise et l'on injecte.

L'observation prouve que, suivant les doses, tous ces animaux deviennent plus ou moins rapidement malades. En outre les accidents (entérite, dyspnée, amaigrissement, etc.) se ressemblent; mais en général, chez les lapins qui ont reçu les produits *b*, ils sont plus intenses (environ $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{3}$ en plus.)

La similitude de ces accidents est vraisemblablement liée à l'intervention des mêmes éléments morbifiques fabriqués par les bacilles. Si ces éléments existent dans les produits *a* dépourvus de tout germe infectieux, c'est que ces produits en contiennent quelque peu; ces germes les ont en quelque sorte rejetés au dehors soit par voie de sécrétion, soit sous l'influence des variations de la pression osmotique, soit plus probablement en se disloquant. Ces microbes atteignent promptement le terme de leur évolution; de plus, ils subissent une série de causes de détérioration, fréquemment se détruisent et mettent en liberté les principes incorporés à leur protoplasma ou fixés sur eux.

L'expérience nous a permis, pour ainsi dire, de souder à des bacilles subtils des proportions variables de papaïne. Or, si on inocule ces bacilles, avant de constater des lésions qui sensiblement rappellent celles de cette diastase, on doit donner à ces germes le temps de se dissoudre, de libérer leur toxine artificielle.

Dans ces conditions, on comprend que, si, dans notre expérience, les

produits *b* sont les plus actifs, c'est qu'ils renferment une part, assez faible il est vrai, des principes morbifiques expulsés par les microbes et, en raison de l'énergie de la presse utilisée, la plus grande proportion de ceux qui adhèrent à ces microbes.

En somme ces recherches établissent que, dans une culture déterminée ([1]), les toxines sont partiellement libres et surtout adhérentes aux agents pathogènes, qui, malgré de puissantes pressions, retiennent encore dans leurs cadavres des fractions de ces toxines.

Ces recherches montrent, en outre, que pour des cellules comme, par exemple, les leucocytes, aptes à se disloquer aisément, fréquemment la distinction entre corps intra et extra-cellulaires n'est que relative.

MÉDECINE. — *Sur un cas remarquable d'anévrisme de l'artère ophtalmique guéri par la gélatine.* Note de MM. LANCEREAUX et PAULESCO, présentée par M. Lannelongue.

Le traitement des anévrismes par la gélatine ([2]) a fait ses preuves et nombreux sont les cas de guérison obtenus jusqu'à présent à l'aide de cette méthode.

Chez les malades qui ont guéri d'anévrismes de l'aorte, nous avons observé, pendant la durée du traitement, les phénomènes suivants : quelques heures après la première ou la seconde injection, il se produit, tout à coup, une sédation des désordres liés à la présence de l'anévrisme (douleurs, battements); mais cette amélioration ne persiste pas et les accidents réapparaissent au bout de quelques heures ou de quelques jours. Les injections ultérieures produisent, elles aussi, la disparition passagère des désordres qui, cependant, vont en diminuant et finissent par cesser définitivement, au bout d'un nombre d'injections qui, dans la plupart des cas, a oscillé entre 30 ou 40.

Nous rapportons aujourd'hui un nouveau fait, concernant un anévrisme de l'artère ophtalmique, fait intéressant qui confirme d'une façon remarquable nos constatations antérieures et dans lequel les diverses phases de la guérison ont, pour ainsi dire, été *entendues* par la malade.

([1]) Suivant les microbes, les cultures, les conditions de ces cultures, etc., les résultats sont susceptibles de varier.

([2]) LANCEREAUX et PAULESCO, *Bull. Acad. de Médecine,* 22 juin 1897; 11 octobre 1898.

Observation. — Une femme, âgée de 41 ans, jusque-là bien portante (ni paludique, ni syphilitique), reçoit, sur l'arcade sourcilière droite, un violent coup porté par le bras de fer d'une pompe à eau. Elle est étourdie; du sang coule abondamment par la plaie et s'épanche sous la conjonctive; mais il ne se produit pas d'hémorragie, ni par le nez, ni par les oreilles.

Onze ans plus tard, le 17 août 1905, elle commence à éprouver, avec de la céphalalgie, des battements dans la tête et à entendre un bruit de souffle, synchrone avec les pulsations artérielles, souffle d'abord faible, mais dont l'intensité est allée en augmentant progressivement, à tel point que, un mois plus tard, il était devenu insupportable, empêchant le sommeil, et avait acquis un timbre râpeux, strident, comme le bruit que font, en travaillant, les scieurs de long.

Le 29 décembre 1905 le matin, en regardant par la fenêtre, il sembla à la malade que les personnes qui passaient dans la rue étaient dédoublées; étonnée, elle court alors chez une voisine et là elle reconnaît qu'effectivement elle voyait double. A partir de ce moment, l'œil droit a commencé à faire saillie hors de l'orbite.

La malade entre dans notre service d'hôpital le 11 janvier 1906, présentant, à droite, de l'exophtalmie, avec congestion de la conjonctive, diminution du champ visuel, affaiblissement de la vue, mais conservation des réflexes iriens et ciliaires. A l'auscultation de la région temporale droite, on perçoit un fort bruit de souffle râpeux, synchrone au pouls et, à la palpation de l'œil, on sent, quand on appuie, qu'il est animé de mouvements pulsatiles.

La malade est de suite soumise au traitement gélatiné (injections sous-cutanées de 250^{cm^3} de sérum gélatiné à 2 pour 100).

La première injection n'a pas d'effets appréciables; mais, après la deuxième, qui avait été faite à 10^h du matin, la malade constate, vers midi, que *le bruit de souffle cesse tout à coup;* elle se croit guérie, mais le bruit réapparaît vers 8^h du soir, moins fort toutefois qu'auparavant.

Ces phénomènes se répètent, à peu de chose près les mêmes, après chacune des injections suivantes.

A la douzième injection, le bruit diminue notablement d'intensité en même temps qu'il change de timbre et, de râpeux (bruit de scieur de long), devient soufflant (jet de vapeur). Ce n'est qu'après la vingtième injection qu'il diminue au point qu'on ne l'entend plus à l'auscultation de la région temporale et que la malade ne l'entend, elle non plus, le jour, mais le perçoit encore faiblement pendant le silence de la nuit.

Les douleurs de tête diminuent et, le 8 avril 1906, la diplopie disparaît pour ne plus revenir.

A la trente-neuvième injection (15 juin) *le bruit de souffle cesse totalement et définitivement.* La malade reçoit encore deux injections gélatinées et quitte l'hôpital, guérie, le 12 juillet 1906.

Depuis lors, elle ne ressent plus ni bruit, ni battement dans la tête ; sa vue est bonne et sans diplopie; en un mot, son état est redevenu et se maintient tout à fait normal.

En résumé les phénomènes observés dans ce cas nous semblent pouvoir être interprétés de la manière suivante :

Deux heures après l'injection, se produit la coagulation en masse du

sang contenu dans la poche anévrismale; d'où la cessation des bruits de souffle et des battements. Mais le coagulum se rétracte et, après sept ou huit heures, le sang pénètre de nouveau dans la poche.

Des nouvelles injections reproduisent la coagulation du sang à l'intérieur de l'anévrisme. Cependant, à la faveur de ces injections répétées, la poche se remplit progressivement de caillots, les souffles s'atténuent, changent de timbre et, finalement, après la trente-neuvième injection, la poche est complètement et définitivement obstruée.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 MARS 1907.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les chaleurs de combustion et de formation de quelques principes immédiats azotés jouant un rôle physiologique.* Note de MM. **Berthelot** et **Ph. Landrieu**.

Quelques échantillons bien définis d'hématine, d'hémoglobine et de bilirubine nous ayant été remis par M. Piettre, nous avons procédé à leur combustion par l'oxygène comprimé dans la bombe calorimétrique (garnie d'une feuille de platine).

1. *Hématine.* — Cristaux fins et brillants, violet foncé.

Séchés à 115° à l'étuve, dans un courant d'air desséché par P^2O^5, ils ont perdu 2,1 centièmes de leur poids.

D'après l'analyse de M. Piettre, le corps qu'il nous a remis contenait, à l'état sec :

C	64,0
H	5,1
Az	9,9
Fe	9,9
O, etc	11,1

On a fait une combustion sur $0^g,186$.

Chaleur de combustion rapportée à 1^g de matière $\begin{cases} 5231^{cal} \text{ à volume const.} \\ 5236^{cal} \text{ à pression const.} \end{cases}$

l'état final étant CO^2, H^2O, oxyde magnétique de fer.

Cela fait pour 1^g de carbone (à pression constante) : 8181^{cal}.

Chaleur de formation pour 1^g de matière :

C diamine, H gaz, O, Az, Fe métallique... $+1691^{cal}$

2. *Bilirubine.* — Poudre brune non cristalline.

Séchée à 115°, dans les mêmes conditions que le corps précédent : perte de poids 1,9 centième.

Ce corps contenait, à l'état sec :

C	66,01
H	6,01
Az	9,03
O	18,95

Formule supposée :

$C^{16}H^{18}Az^{2}O^{4}$ 302

On a fait deux combustions dans la bombe calorimétrique, sur $0^{g},197$ et sur $0^{g},377$.

Les nombres obtenus, rapportés à 1^{g} de matière, sont :

6784 et 6791.

Moyenne : 6787 à volume constant; 6793 à pression constante.

Ni soufre, ni fer.

Cela fait, pour 1^{g} de carbone : 10291^{cal}.

Pour la formule : $2051^{Cal},5$.

Chaleur de formation pour 1^{g} : $+1505^{cal}$.

Soit pour la formule : $454^{Cal},5$.

3. *Hémoglobine du cheval.* — Aiguilles brillantes, rouge foncé.

Ce corps séché à froid sur l'acide sulfurique (48 heures) a perdu 9,2 centièmes.

Séché à 115°, il a perdu 10,1 centièmes.

Trois combustions ont été opérées sur $0^{g},4761$, $0^{g},5170$, $0^{g},6158$ de matière desséchée seulement *à froid*.

Elles ont fourni, pour 1^{g} de matière : 5815^{cal}, 5829^{cal}, 5823^{cal}. Moyenne : 5822^{cal} à volume constant; 5826^{cal} à pression constante.

Mais il convient de rapporter ces nombres à la matière séchée à 115°, température à laquelle ont été effectuées les combustions du même corps, opérées il y a quelques années par MM. Berthelot et André et par M. Stohmann; ce qui donne : Chaleur de combustion

5889^{cal} à pression constante.

Or MM. Berthelot et André (*Ann. de Chim.*, 6e série, t. XXII, p. 33)

ayaient trouvé en 1891

$$5914^{cal},8.$$

M. Stohmann (*J. für prak. Ch.*, t. XLIV, p. 353) a donné 5885^{cal}.
Il y a donc concordance suffisante entre toutes ces déterminations.
Rappelons l'analyse donnée par MM. Berthelot et André en 1891 :

C	55,48
H	7,30
Az	17,64
S	1,11
P	0,82
O	17,65

On en conclut : Chaleur de formation par les éléments 1091^{cal}.

PHYSIQUE. — *Phosphorescence des sels d'uranyle dans l'air liquide.* Note de M. HENRI BECQUEREL.

La découverte récente ([1]) de la résolution en bandes fines et multiples à une très basse température des bandes plus ou moins larges que présentent les spectres d'absorption de certains cristaux à la température ordinaire, phénomène qui paraît avoir une grande généralité, a pour conséquence immédiate l'existence de modifications analogues dans les bandes des spectres d'émission par phosphorescence de certains corps.

On sait en effet ([2]) que, pour les sels d'uranyle en particulier, il existe entre les bandes des spectres d'émission par phosphorescence et les bandes d'absorption un lien si intime que la répartition des bandes des deux spectres d'émission et d'absorption se fait suivant une même loi, l'un des groupes étant la continuation de l'autre, et présentant même deux bandes communes. Toute modification dans l'aspect de l'une des bandes, pour tel ou tel composé, se reproduit périodiquement dans toutes les autres bandes, soit du spectre d'émission, soit du spectre d'absorption.

([1]) J. BECQUEREL, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 25 mars 1907, p. 420.

([2]) E. BECQUEREL, *Mém. de l'Acad. des Sc.*, t. XL. — *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. X, p. 5, et H. BECQUEREL, *Comptes rendus*, t. CI, 1885, p. 1252.

Or si, pour l'un quelconque de ces composés d'uranyle, le spectre d'absorption se modifie sous l'influence d'une très basse température, il doit en être de même pour le spectre d'émission par phosphorescence.

L'expérience a confirmé cette prévision de la manière la plus complète.

Si l'on examine avec un spectroscope la lumière émise par divers sels d'uranyle éclairés par des rayons violets, et placés soit dans l'air, à la température ordinaire, soit dans l'air liquide, on constate que, dans les deux cas, ces spectres sont très notablement différents.

Dans le premier, les spectres se composent de bandes plus ou moins larges et diffuses, formant des groupements qui se succèdent régulièrement, et dont l'aspect a été décrit antérieurement ([1]).

Dans l'air liquide, les mêmes bandes ou groupements se subdivisent en bandes multiples qui deviennent parfois très fines; les bandes d'émission et les bandes d'absorption subissant toutes des modifications identiques.

Ainsi le nitrate d'urane, au lieu d'une série de bandes simples et floues à la température ordinaire, donne dans l'air liquide une série de doublets de bandes étroites et intenses, et entre ces doublets, qui occupent les mêmes places que les bandes primitives, il apparaît d'autres bandes beaucoup plus faibles.

Le sulfate double d'uranyle et de potasse, et surtout le chlorure double des mêmes métaux, donnent des groupes de bandes qui, dans l'air liquide, se résolvent en bandes fines et intenses groupées dans le même ordre dans chaque bande.

Le phénomène se manifeste non seulement dans les corps cristallisés, mais encore dans les verres d'urane. Sous l'influence de l'abaissement de température, un morceau de verre d'urane plongé dans l'air liquide donne un spectre de bandes notablement moins larges que dans l'air à la température ordinaire.

Le Tableau suivant donne, à titre d'indication, les longueurs d'onde des principales bandes des spectres d'émission par phosphorescence des sels d'uranyle cités plus haut, telles qu'on peut les déterminer d'après leurs positions sur l'échelle divisée d'un spectroscope. Je me propose de mesurer ultérieurement ces longueurs d'onde avec plus d'exactitude.

([1]) E. Becquerel, *Mém. de l'Acad. des Sc.*, t. XL. — *Ann. de Ch. et de Phys.*, 5e série, t. X, p. 5, et H. Becquerel, *Comptes rendus*, t. CI, 1885, p. 1252.

Nitrate d'uranyle.

Température ordinaire.	Dans l'air liquide.
bandes diffuses	636 trace
621-615	617,5-616,5 forte
	614,5-612,7
	610,4
	605,5-604,5
594-584	586,0-585,3 tr. forte
	583,7-583 id.
	578,2
	570,7
	563
	560
563-555	558,5-557,5 tr. forte
	555,8-554,8 id.
	549
	543,5
	537,5
536-528	532,7-532,0 tr. forte
	530,3-529,2 id.
	527,2
	524
	519
	513,7
	511,5
512-506	509,7-509 tr. forte
	507,4-507 id.
	501,8
	497,5
	492,5
489,3-485,5	490,3-489,6 forte

Sulfate double d'uranyle et de potasse.

Température ordinaire.	Dans l'air liquide.
	650 tr. faible
lueur jusqu'à	627
la bande	618,5-617,5 faible
615,5	615,5-614,5 forte
	603,9-594,5 lueur
lueur de 609	591 faible
à	589,5-588 faible
589-588,5	586,4-585,5 forte
	583
	576,3
	571,5
	569,5-567,4
lueur de 576	565-564,5 fine
à	562-561,2 forte
561,5-560	559,5-558,8 tr. forte
	588,6 fine
	541 trace
	543,8-541,6 trace
lueur de 551,5	538,6-538.2 faible
à	537-536 forte
536,5-535	535,2-534,1 fine
	533,8-533,7 tr. forte
lueur de 526	533,4 fine
à	514,2-513,4 moy.
513,5-513	512,8-512 faible
	511,8-511 tr. forte
lueur de 498,5	505,5-495,3 lueur
à	493,8-492,5 forte
493,5-492,5	491,4-490,6 forte

Chlorure double d'uranyle et de potassium.

Température ordinaire.	Dans l'air liquide.
640 -636	636
631,5	604 -602 forte
607 -604 tr. forte	580 faible
597,5-597	576,3-574 tr. forte
592	572,5-571,7 faible
577,6-574 tr. forte	569,5 tr. faible
570,9-569,5 faible	563,8-560 id.
565,5-561 trace	555,5 id.
lueur	554 -553 id.
551,5-548,1 tr. forte	549,6-547,7 tr. forte
545,8-543,4 moy.	546,5-546 forte-fine
540,4-538,3 faible	544 -543 trace
lueur	540,5-539,5 tr. faible
»	537,5-537 id.
»	536,4-535,8 id.
»	532,5-530,5 id.
»	530 -529 forte
527,5-524,7 tr. forte	525,5-524 tr. forte
522 -519,3	522,5-522,3 tr. forte
»	520,5-520 faible
517,3-515 faible	516,2-515,1 tr. faible
513 -510,3 faible	510,5-508,7 faible
508 trace	507,5-507 moy.
506,5 id.	505,0-503,0 tr. forte
506,0-503,5 moy.	501,5-501 moy.
500,5-498,6 moy.	499,2-498,7 faible

L'identité des modifications que présente chaque bande du spectre d'un même sel donne une nouvelle preuve de l'unité d'origine de toutes les bandes, soit dans le spectre d'émission par phosphorescence, soit dans le spectre d'absorption des composés d'uranium.

Le même phénomène ne se présente plus sous la même apparence avec les cristaux dont la phosphorescence est due à la formation ou à la destruction de composés dont les éléments multiples existent seulement à l'état de traces dans une matière qui joue le rôle de dissolvant solide. Ainsi le spectre de bandes qu'émet la chlorophane lorsqu'elle est excitée par des rayons cathodiques se modifie à basse température. La plupart des bandes s'affaiblissent, tandis que d'autres, telles que les bandes $604^{\mu\mu}$, $564^{\mu\mu}$ attribuables au samarium d'après M. Urbain, deviennent plus fines et conservent leurs intensités primitives.

Un échantillon de leucophane donnant par phosphorescence cathodique deux parties de spectre continu, l'une de $650^{\mu\mu}$ à $543^{\mu\mu}$, très intense et une autre bleu intense commençant à $493^{\mu\mu}$, donne à basse température presque exclusivement la région 627-600, avec un spectre bleu moins étendu et plus faible. La couleur de la lumière émise, qui est rosée à la température ordinaire, devient rouge par le refroidissement.

Ainsi, l'abaissement de la température, comme l'élévation de celle-ci ou comme la durée inégale de l'extinction observée avec le phosphoroscope, permet de mettre en évidence la différence d'origine de diverses bandes ou régions des spectres de phosphorescence dans certains corps, phosphorescence qui paraît accompagner la formation ou la destruction de composés chimiques inégalement stables à diverses températures.

Je reviendrai prochainement sur l'étude de ces phénomènes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Alcoolyse de l'huile de ricin.* Note de M. **A. Haller.**

Dans notre première Communication sur l'alcoolyse des corps gras, nous avons rappelé que Rochleder, dans le but de préparer la glycérine en partant de l'huile de ricin, a été le premier qui ait soumis un corps gras à l'action simultanée d'un alcool et d'acide chlorhydrique.

Nous avons repris cette étude, non seulement avec l'alcool éthylique, mais encore avec les alcools méthylique, propylique et isobutylique. De plus, au lieu d'opérer avec une solution saturée d'acide chlorhydrique, et de nous borner à isoler la glycérine, nous avons provoqué l'alcoolyse avec

des alcools renfermant 1 à 2 pour 100 d'acide, et nous nous sommes efforcé de séparer et étudier les différents éthers-sels qui prennent naissance au cours des opérations.

En raison de ses usages médicaux et industriels, l'huile de ricin est, parmi les matières grasses, une de celles qui ont fait l'objet de plus de recherches.

On admet généralement que cette huile renferme surtout de la *triricinoléine,* avec de petites quantités de *tristéarine* et de *tridihydroxystéarine.* Ajoutons que, suivant MM. Hazura et Grüssner [1], il existerait dans l'huile deux acides ricinoléiques isomères.

La séparation, sous forme d'éthers-sels, des différents acides entrant dans la composition des glycérides, a été faite en chauffant l'huile avec de l'alcool méthylique.

On a opéré sur 1850g d'huile blanche dissoute dans 2400g d'alcool méthylique absolu renfermant 1 pour 100 seulement d'acide chlorhydrique. Le tout a été chauffé dans un ballon muni d'un réfrigérant ascendant, pendant quelques heures, et, après refroidissement, versé dans un égal volume d'eau. La couche surnageante a été agitée une seconde fois avec une solution légèrement alcaline de carbonate de soude, décantée, desséchée sur du sulfate de soude anhydre et fractionnée dans le vide partiel.

Au début (sous une pression de 12^{mm}) il passe d'abord de l'alcool méthylique, puis le thermomètre monte jusqu'à 250°, température à laquelle il ne passe plus rien. Le résidu (250g), constitué par de l'huile de ricin non alcoolisé, est traité par une nouvelle quantité d'alcool méthylique acidulé, et soumis au même traitement que le produit primitif. Les éthers obtenus sont ajoutés aux portions passant à la température la plus élevée et soumis à une nouvelle rectification.

Nombreux ont été les fractionnements opérés sur les portions principales séparées dans la première distillation et nombreuses aussi ont été les analyses effectuées sur ces différentes fractions. Nous ne croyons pas devoir insister sur les multiples opérations auxquelles nous avons soumis les produits, opérations qui ont eu pour conséquence la perte par polymérisation d'une certaine quantité de ricinoléate. Nous nous bornons à donner les résultats obtenus :

Dans les portions passant au-dessous de 200° (sous 11^{mm}) nous avons pu isoler une petite quantité d'aldéhyde œnanthylique $C^7H^{14}O$ provenant ou bien de la décomposition de l'huile même, ou bien du dédoublement du ricinoléate de méthyle.

---

(1) Hazura et Grussner, *Monatshefte für Chemie,* 18e série, t. IX, p. 475.

Les fractions distillant de 180° à 215° (sous 11^{mm}) sont ensuite examinées au polarimètre; on sépare celles dont le pouvoir rotatoire est le moins élevé, c'est-à-dire les plus riches en stéarate de méthyle inactif vis-à-vis la lumière polarisée, tandis que le ricinoléate est actif, et on les refroidit dans la glace. On isole de la sorte une masse blanche, qu'il suffit de recueillir et de purifier par une ou deux cristallisations dans l'alcool méthylique pour obtenir un produit fondant à 38° et ayant la composition de l'éther méthylstéarique.

Parmi les portions passant au-dessus de 220 (H = 10^{mm}), celle distillant de 225° à 227° possède une composition qui correspond exactement à celle du ricinoléate de méthyle.

Nous donnerons ses constantes un peu plus loin.

Les produits distillant au-dessus de 227° renferment de moins en moins de carbone. Soumis à un fort refroidissement, ils cristallisent partiellement et les cristaux, après purification au sein de l'alcool méthylique, ont la composition et le point de fusion 107°-108° du *dioxystéarate de méthyle* préparé jadis par M. Juillard ([1]) en éthérifiant l'acide dioxystéarique, extrait de l'huile de ricin, au moyen de l'alcool méthylique et de l'acide sulfurique. Ce dioxystéarate était complètement inactif.

Ethanolyse de l'huile de ricin. — Conduite avec 500^{g} d'huile et 1000^{g} d'alcool éthylique absolu, acidulé par HCl, cette opération a donné des résultats analogues à ceux que nous venons de décrire. Ici encore il est resté environ 160^{g} d'huile non alcoolysée qui a été chauffée avec une nouvelle quantité d'alcool acidulée à 1 pour 100 d'acide. Il a même fallu faire le même traitement sur un résidu provenant de cette seconde opération.

Tous les éthers réunis et séchés ont été soumis à un fractionnement et l'on a recueilli les portions passant de 220° à 250° sous 15^{mm}. La portion la plus considérable est celle qui passe dans ces conditions entre 232° et 234°. On la rectifie une seconde fois et l'on recueille le liquide distillant à 227°-230° sous 10^{mm}. Il donne à l'analyse des chiffres correspondant exactement à ceux du *ricinoléate d'éthyle*. Les fractions supérieures laissent déposer des cristaux que nous n'avons pas isolés.

La *propanolyse* de l'huile de ricin a été effectuée avec de l'alcool propylique normal renfermant 1 pour 100 d'acide chlorhydrique.

Ici encore nous nous sommes borné à analyser la portion principale

([1]) Juillard, *Bull. Soc. chim.*, 3me série, t. XIII, p. 239.

de l'éther obtenu, c'est-à-dire celle passant de 233° à 236° sous 11mm. Elle possède la composition du *ricinoléate de propyle*.

L'*isobutanolyse* a été opérée sur 150g d'huile, dissous dans 300g d'alcool isobutylique, et le mélange a été chauffé pendant 12 heures au bain de chlorure de calcium, après avoir été additionné de 3g à 4g d'acide chlorhydrique. La solution homogène fut lavée avec de l'eau, puis avec une solution alcaline, séchée et distillée dans le vide partiel.

La majeure partie du produit a passé entre 239 et 241 sous 10mm, et le liquide ainsi obtenu était du *ricinoléate d'isobutyle*.

Nous allons résumer, dans le Tableau suivant, les principales constantes physiques déterminées sur différents ricinoléates isolés :

Nom de l'éther.	E sous 10mm.	D^{15}.	α.	$[\alpha]_D$.	$[\alpha]_D \times M$.	n_D^{15}.	P.R.M. observé.	P.R.M. calculé.
Ricinoléate de méthyle....	225-227	0,927	+9°.21'	+5°. 2'	1569,36	1,4645	92,97	92,37
» d'éthyle.......	227-230	0,918	+8.50'	4.48	1551,76	1,4630	97,58	96,97
» de propyle-*n*..	233-236	0,912	+8.23	4.35	1557, 2	1,4624	101,92	101,57
» d'isobutyle....	239-241	0,908	+7.57	4.22	1543,44	1,4621	107,19	106,78

Conclusion. — Cette étude montre que l'alcoolyse de l'huile de ricin permet d'isoler et de caractériser, sous la forme d'éthers sels des alcools saturés, les divers acides entrant dans la constitution de cette huile. Elle confirme donc les données fournies par les différents auteurs sur la présence, dans ce produit, des glycérides des acides stéarique, ricinoléique et dihydroxystéarique. Les conditions dans lesquelles on peut saisir ce dernier ne laissent plus aucun doute sur sa préexistence dans l'huile, sa formation ne pouvant être due au traitement du corps gras par l'alcool et l'acide chlorhydrique. Ces résultats sont d'accord avec ceux publiés par M. Juillard ([1]) qui, contrairement à Benedikt ([2]), admit également la préexistence de cet acide déhydroxylé, alors que ce dernier crut qu'il se formait au cours du traitement de l'huile par l'acide sulfurique. Nos recherches ne nous permettent, par contre, pas de nous prononcer sur la présence, dans l'huile, de deux ricinoléines isomères, comme le veulent MM. Hazura et Grüssner ([3]). Jusqu'à présent, l'oxydation en milieu acétonique au moyen du permanganate de potasse ne nous a fourni, avec le ricinoléate de méthyle, qu'un éther trioxystéarique $C^{19}H^{38}O^5$ fondant nettement à 87°, alors

([1]) JUILLARD, *loc. cit.*

([2]) BENEDIKT, *Monatsh. für Chemie,* t. VIII, 1887, p. 217.

([3]) HAZURA et GRUSSNER, *Monatshefte für Chemie,* t. IX, 1888, p. 475.

que les auteurs précités ont obtenu deux acides trioxystéariques isomères par oxydation de l'acide ricinoléique liquide.

Action de la chaleur sur les ricinoléates de méthyle et d'éthyle. Préparation de l'aldéhyde œnanthylique et des éthers undécyléniques. — Au lieu de préparer l'aldéhyde $C^7H^{14}O$ par distillation sèche de l'huile de ricin à la pression ordinaire (Bussy et Lecanu) ou sous pression réduite (Krafft), nous avons tenté de produire ce composé en soumettant les éthers ricinoléiques purs à l'action de la chaleur sous la pression normale.

Le dédoublement s'effectue suivant l'équation :

$$\underbrace{C^{18}H^{33}O^3R}_{\text{Éther ricinoléique.}} = \underbrace{C^7H^{14}O}_{\text{Heptanal.}} + \underbrace{C^{11}H^{19}O^2R}_{\text{Éther undécylénique.}},$$

en donnant de l'éther undécylénique et l'aldéhyde cherchée.

Nous avons opéré sur les éthers méthylique et éthylique et, pour avoir de bons rendements, nous avons dû soumettre le produit, recueilli une première fois, à une seconde distillation. On agite alors le liquide avec une solution de bisulfite de soude, qui se combine à l'heptanal, et la masse cristalline est épuisée à l'éther. La solution éthérée fournit, après distillation, un résidu d'undécylénate de méthyle ou d'éthyle.

Avec le ricinoléate de méthyle, on obtient, en heptanal, 62 pour 100 de la théorie et, avec l'éther éthylique, le rendement est de 50 pour 100.

Or, le rendement, d'après la méthode de Krafft, ne dépasse pas 10 à 12 pour 100 du poids de l'huile employée.

Quant aux éthers undécyléniques, on obtient, dans le premier cas, 40 pour 100 de la théorie et, dans le second, 32 pour 100.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'épuration des eaux d'égout.* Note de MM. A. Muntz et E. Lainé.

Par suite du développement des agglomérations urbaines et des établissements industriels, l'évacuation des eaux d'égout est devenue un problème social de premier ordre et une préoccupation permanente pour les municipalités et les pouvoirs publics.

Produites en quantités d'autant plus grandes que les progrès de l'hygiène et du bien-être s'accentuent davantage, elles se présentent aujourd'hui sous des volumes énormes et, charriant les résidus de la vie et de l'acti-

vité humaine, elles sont le siège de phénomènes putrides et de germes de maladies contagieuses.

Pendant longtemps, on les a laissées se déverser dans les cours d'eau, qu'elles souillaient au point de compromettre la sécurité des populations riveraines situées en aval.

Plus récemment, on a eu la pensée de les rendre inoffensives par leur épandage sur les terrains agricoles. Ceux-ci, en effet, lorsqu'ils se trouvent dans de bonnes conditions de perméabilité et d'aération, sont le siège d'actions microbiennes d'une grande énergie, qui minéralisent les éléments organiques putrescibles, éliminent les organismes dangereux et produisent ainsi l'épuration. Les eaux, auparavant si impures, peuvent alors, sans grand inconvénient, se mélanger aux eaux des rivières et des nappes souterraines. Le point de vue purement agricole de cette opération n'est pas moins important : chargées de matériaux qui sont des aliments pour les plantes, les eaux d'égout constituent un véritable engrais.

Elles agissent, en outre, en tant qu'eaux d'arrosage et, à ce double titre, employées judicieusement, elles augmentent considérablement la fertilité des sols. L'épandage agricole répond donc au côté hygiénique du problème, comme au côté économique, quand il peut être appliqué dans des conditions satisfaisantes. Mais ce n'est pas toujours le cas; on peut même dire que c'est rarement le cas. Il faut, en effet, pour obtenir l'épuration en même temps que l'utilisation agricole de ces eaux résiduaires, des surfaces de terrains très grandes, des sols suffisamment perméables pour permettre aux phénomènes biologiques d'oxydation de se produire; mais non fissurés, ni d'une perméabilité trop grande pour laisser les eaux s'écouler avant leur épuration complète; des sous-sols incapables de retenir l'eau à l'état stagnant.

Ces conditions multiples ne sont pas souvent réunies; l'épuration agricole est donc aléatoire et son emploi tend à se restreindre. Aussi a-t-on cherché des procédés qui sacrifient le côté agricole et qui n'ont pour but que de rendre inoffensives pour la santé publique, à mesure de leur production, la masse des liquides souillés produits dans les villes et les centres industriels. On s'est adressé encore à une épuration biologique, analogue à celle qu'opère la terre elle-même, mais en l'exaltant de manière à obtenir, sur des surfaces restreintes, ces phénomènes d'oxydation par intervention microbienne pour lesquels de vastes étendues sont nécessaires quand on emploie l'épandage sur les terres.

C'est dans ce sens surtout que se poursuivent les études depuis quelques

années; des résultats importants ont été obtenus et des applications heureuses ont été faites, principalement en Angleterre et aux États-Unis.

Une amélioration notable a été réalisée par l'adoption des fosses septiques, dans lesquelles on fait subir aux eaux d'égout une fermentation anaérobie préalable, modifiant les matières organiques et les rendant plus aptes à s'oxyder ensuite sous l'influence des organismes aérobies, qui les détruisent en les minéralisant. Ce système, préconisé par M. Dibdin et par d'autres expérimentateurs, a fait l'objet d'études du plus haut intérêt de la part de M. Calmette (¹), à la Station de la Madeleine, à Lille.

L'intensité des phénomènes d'oxydation, principalement attribuables aux bactéries nitrifiantes, est le facteur essentiel de l'épuration. Au cours de nos travaux sur la nitrification intensive, nous avons constaté que la tourbe formait pour les organismes nitrifiants un support incomparablement supérieur à ceux qu'on avait mis en œuvre auparavant, et, dès ce moment, nous avons cherché à appliquer cette aptitude spéciale de la tourbe à l'épuration des eaux d'égout (²).

Nous rendons compte aujourd'hui des premiers résultats que nous avons obtenus, et qui montrent la possibilité d'établir des champs bactériens à base de tourbe, ayant une puissance d'épuration extrêmement grande.

Le dispositif expérimental que nous avons adopté consiste en un tuyau de grès de $0^m,35$ de diamètre et de $0^m,50$ de hauteur, rempli de fragments de tourbe spongieuse, prise dans les tourbières de la Somme, et que l'on avait préalablement mélangée de craie en poudre, pour en saturer l'acidité, et d'un peu de terreau de jardinier, pour l'ensemencer d'organismes nitrifiants actifs. Ce système était placé sur un lit de gravier permettant l'écoulement des liquides épurés et la circulation de l'air. L'eau d'égout était déversée sur la tourbe par intermittences rapprochées et répartie par un tube de plomb percé de trous.

Nos premiers essais ont été effectués sur l'eau prélevée dans l'égout de la rue Pascal, contenant principalement l'eau de la Bièvre, souillée par les résidus des tanneries. Les suivants l'ont été sur l'eau de l'égout collecteur de la rive gauche, prise à la rue Geoffroy-Saint-Hilaire, qui reçoit l'eau de la Bièvre, celle des égouts de Gentilly et des 12ᵉ, 13ᵉ et 15ᵉ arrondissements, provenant ainsi de quartiers plus industriels que populeux. Ces

---

(¹) *Recherches sur l'épuration biologique et chimique des eaux d'égout*, t. I, 1905 et t. II, 1907.

(²) Dès le 5 juin 1906, nous avons annoncé que nous poursuivions nos études dans ce sens (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1241).

eaux, très chargées, étaient transportées dans des barriques; elles traversaient d'une façon continue deux bonbonnes de 60^{l}, servant de fosses septiques et où elles subissaient une fermentation anaérobie, généralement très avancée, et se répandaient ensuite, à raison de 1$^{m^3}$ à 1$^{m^3}$,250 par jour et par mètre carré de surface, sur le champ de tourbe. Voici les résultats (exprimés en milligrammes par litre) que nous avons obtenus avant, c'est-à-dire au sortir des fosses septiques, et après le passage sur la tourbe :

Dates.	27 juin.		29 juin.		3 juillet.		4 juillet.		10 juillet.		13 août.	
Volume passé par mètre carré de tourbe en 2 heures	1250^{l}		1250^{l}		1250^{l}		1000^{l}		1000^{l}		1000^{l}	
	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.	avant.	après.
	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.	mg.
Azote ammoniacal...	40,9	1,3	34,3	1,5	30,66	2,8	30,8	1,0	29,3	1,7	24,4	0,1
Azote organique.....	non dosé.		5,5	1,3	5,1	1,4	6,7	0,7	non dosé.		1,9	1,0
Azote nitrique.......	0,0	17,5	0,0	12,1	0,0	12,8	0,0	15,4	non dosé.		non dosé.	
Oxydabilité en permanganate acide ..	74,0	18,4	74,0	17,8	105,0	17,4	100,0	14,2	163,0	21,0	87,0	12,8
Oxydabilité en permanganate alcalin.	58,0	16,6	47,1	13,5	96,0	15,2	102,0	15,0	non dosé.		70,0	11,7

Ces résultats méritent qu'on s'y arrête. Pendant ce rapide passage sur un lit de tourbe constituant un champ bactérien d'une grande énergie oxydante, l'ammoniaque a disparu presque en totalité; l'azote organique a diminué des $\frac{4}{5}$; la somme des matières carbonées, exprimée d'après la quantité d'oxygène nécessaire à sa combustion, est tombée au $\frac{1}{5}$ et au $\frac{1}{6}$.

En partant d'eaux d'égout extrêmement chargées, on peut donc arriver rapidement à une bonne épuration, même avec une faible épaisseur de la couche de tourbe. L'activité des ferments oxydants, fixés sur ce support, et spécialement de ceux qui transforment l'ammoniaque en nitrates, s'est donc montrée ce que nous faisaient prévoir nos précédentes recherches sur la nitrification intensive.

L'absence des nitrites, constatée d'une manière constante, dénote la marche régulière de l'oxydation et montre qu'à aucun moment un processus de réduction n'est intervenu.

En augmentant l'épaisseur de la couche, on peut arriver à la disparition totale de l'ammoniaque.

Le mode opératoire que nous avons adopté se rapproche du système des lits bactériens percolateurs, auxquels M. Calmette a reconnu une véritable supériorité, mais en diffère par la substitution de la tourbe aux scories, par

le mode d'arrosage qui est à intermittences très rapprochées pouvant se comparer à un arrosage continu.

On sait que la tourbe retient de grandes quantités de liquides, à la manière d'une éponge; ceux que l'on déverse à la partie supérieure des couches qu'elle forme ne s'écoulent donc pas directement, comme avec les scories; ils déplacent ceux qui imprégnaient la tourbe, de telle sorte que l'eau chemine lentement à travers la matière spongieuse, multipliant les contacts avec les bactéries qui y sont fixées et avec l'oxygène de l'air qui circule entre les interstices des morceaux de tourbe.

Les liquides évacués sont d'une limpidité parfaite; mais, vus en grande masse, ils présentent une légère teinte ambrée, qui provient de la dissolution d'une trace de la matière humique de la tourbe. On sait que cette matière humique est à peu près inaltérable et que par suite sa présence n'a aucun inconvénient.

Si l'on opère sur des eaux bien décantées en fosse septique, le lit bactérien de tourbe peut fonctionner presque indéfiniment; à la longue cependant, la partie supérieure peut se colmater et devenir moins perméable; en l'enlevant et la remplaçant par de la tourbe fraîche, ou en la mélangeant aux couches sous-jacentes, on rend au lit bactérien toute son activité.

Nos essais ont principalement été effectués pendant la période d'été, c'est-à-dire à une époque favorable aux actions microbiennes. Mais nous savons par nos propres recherches, comme par celles de M. Calmette [1], que, lorsque la nitrification est en bonne marche, les abaissements de la température n'ont pas une grande influence sur le fonctionnement des organismes nitrifiants. Nos résultats peuvent donc être généralisés.

Il est à remarquer que l'azote ammoniacal disparu ne se retrouve qu'en partie à l'état de nitrate. Plus de la moitié de cet azote échappe à la nitrification et se dégage à l'état gazeux, ce qui fait croire qu'il faut compter non seulement avec l'intervention des bactéries nitrifiantes, mais aussi avec celle d'organismes produisant une combustion simple, se bornant à la formation d'acide carbonique, d'eau et d'azote libre.

Nos recherches se continuent; mais nous avons dès maintenant la possibilité d'épurer, sur des surfaces restreintes de lits bactériens de tourbe, les volumes énormes d'eaux polluées produites dans les agglomérations humaines et les établissements industriels.

---

(1) *Épuration biologique des eaux d'égout*, t. II, p. 12.

ZOOLOGIE. — *A quel moment et comment s'oblitèrent les cavités pleurales des Éléphants?* Note de M. **Alfred Giard.**

Mme M. Phisalix a parfaitement compris l'importance, au point de vue de la Biologie générale, de la question des cavités pleurales des Éléphants qui, au premier abord, semblerait une affaire de pure curiosité (1). Je la remercie de la réponse qu'elle a bien voulu faire à ma demande et qui peut être résumée de la façon suivante :

1° Une cavité pleurale a été constatée sûrement : *a*. chez un fœtus d'Éléphant d'Asie et *b*. chez un individu *nain*, Éléphant d'Asie également, qui mourut il y a peu de temps, chez Bostock, à l'âge de 14 ans (2).

2° Chez les Éléphants normaux et adultes, la pleurésie est une maladie très fréquente, presque constante en Europe et due sans doute aux mauvaises conditions de la captivité. Elle aboutit à une oblitération plus ou moins complète des cavités pleurales de ces animaux.

A. Encore bien qu'elle pût être prévue en quelque sorte *a priori*, la première partie de cette réponse est fort intéressante et mérite qu'on en fasse ressortir la signification.

Il est très certain que la soudure des plèvres chez les Éléphants n'est pas un phénomène primitif et que la disposition ordinaire commune à tous les Mammifères devait vraisemblablement se rencontrer chez le fœtus et, sans doute aussi, chez les nains, qui sont, comme on sait, des individus atteints d'un infantilisme permanent plus ou moins accentué (3).

Néanmoins, il était très utile que cette vérification fût faite et je m'applaudis d'y avoir contribué (4).

---

(1) M. Phisalix, *Les Éléphants ont-ils une cavité pleurale?* (*Comptes rendus*, 25 février 1907, p. 448).

(2) Le fait du *nanisme* de cet Éléphant n'est pas consigné dans la Note de Mme Phisalix, mais M. E. Perrier a pris justement soin de le rappeler en présentant cette communication à l'Académie.

(3) Voir notamment sur ce point les travaux suivants de L. Capitan : *Trois cas d'arrêt de développement* (*La Médecine moderne*, 14 oct. 1893). — *Le nanisme et le gigantisme considérés comme des arrêts de développement* (*Comptes rendus de la Société de Biologie*, 17 janvier 1903, p. 63).

(4) Les fœtus d'Éléphants sont excessivement rares dans les collections. On n'en cite

En ce cas, comme en beaucoup d'autres exemples de transformation dégénérative, nous trouvons une application de la loi biogénétique fondamentale. L'ontogénie répète la phylogénie suivant le principe bien connu de Serres et de Fritz Müller. L'oblitération des cavités pleurales est un processus cœnogénétique et si, comme cela paraît à peu près démontré, ce processus est moins complet chez l'Éléphant d'Afrique que chez l'Éléphant d'Asie, c'est que le genre *Loxodon*, auquel appartient le premier, est phylogénétiquement plus ancien que le genre *Elephas* (1).

J'ajouterai qu'en ce qui concerne le cas de Sahib il eût été nécessaire de préciser plus exactement à quelle espèce appartenait cet Éléphant. La désignation générale de *Loxodon africanus* ne peut satisfaire aujourd'hui les mammalogistes. Matschie a distingué parmi les Éléphants d'Afrique plusieurs formes spécifiques nettement séparées et dont certaines peuvent même être reconnues à l'état fœtal; telles le *Loxodon cyclotis* Matsch. du Kameroun et de l'Afrique occidentale et le *Loxodon oxyotis* Matsch. de la région soudanaise (2).

B. La seconde partie de la réponse de Mme Phisalix est, à mon avis, moins satisfaisante.

Dans ma précédente Communication (3), à l'appui du fait de l'oblitération des cavités pleurales chez les Éléphants, j'ai cité de mémoire les anatomistes, d'ailleurs très compétents, qui ont, dans ces dernières années, constaté cette curieuse disposition ou qui même l'ont intentionnellement recherchée dans les autopsies.

Je me suis demandé depuis quelle était, en la matière, l'opinion des praticiens, de ceux surtout qui, en raison de leur situation, avaient eu fréquemment l'occasion de soigner des Éléphants.

Il semble bien que ceux-ci n'ont pas attendu les travaux des anatomistes modernes pour croire à l'absence des cavités pleurales des Éléphants *observés dans leur pays d'origine*.

---

guère plus de trois ou quatre dans les musées d'Europe. Je me félicite donc d'en avoir fait sortir un des bocaux du Muséum.

(1) H.-F. Osborn a montré que c'est en Afrique qu'il faut placer le centre de radiation des *Proboscidea* (Eocène moyen) et des *Hyracoidea* (Eocène supérieur).

(2) E. Lönnberg, *Demonstration eines Fœtus von Westafrikanischen Elephanten*, 6e Congrès international de Zoologie, Berne, 1904, p. 323.

(3) A. Giard, *L'Éléphant d'Afrique a-t-il une cavité pleurale?* (*Comptes rendus*, 11 février 1907, p. 306).

Un vétérinaire anglais, G.-H. Evans, qui a séjourné plus de 12 ans en Birmanie, a publié sur les maladies des Éléphants un Traité traduit récemment en français par M. J. Claine, alors consul de France à Rangoon ([1]).

Cet Ouvrage est antérieur de plusieurs années au Mémoire du professeur Boas. Il résume les recherches de Gilchrist, de Sanderson, de Hawkes, de Steel, etc., qui se sont occupés antérieurement de la pathologie des Proboscidiens. Or, Evans ne prévoit même pas l'existence de la pleurésie dans le tableau qu'il trace de la nosographie des Éléphants :

Le thorax, dit-il (p. 100 et 101), est profond et étroit. Il offre cette particularité qu'il ne possède pas de cavité intermédiaire entre ses parois et les poumons pour la raison que ces organes y sont adhérents : en un mot, il n'y a pas de plèvre. Ceci est complètement différent de ce qui se passe avec les poumons dans la plupart des Mammifères où, quoiqu'en contact avec les parois, il n'y ont aucune attache. De ce côté, l'Éléphant ressemble aux Oiseaux.

Ce dernier rapprochement est inexact. Chez les Oiseaux, l'absence de plèvre sur une grande partie du poumon est une disposition primitive. La séreuse ne recouvre que la partie ventrale et postérieure des poumons : elle ne s'étend pas du côté dorsal. Chez les Éléphants, au contraire, la plèvre est complète, mais elle s'oblitère dans toute son étendue chez l'Éléphant d'Asie adulte, presque partout chez l'Éléphant d'Afrique. On ne doit pas dire qu'*il n'y a pas de plèvre,* mais que la plèvre est oblitérée.

Evans cherche à expliquer cette particularité par le genre de vie de l'Éléphant, qui, dit-il, l'oblige rarement à respirer et par son organisation qui nécessite peu d'oxygénation du sang. C'est là une opinion très discutable; mais, en fait, la soudure des deux feuillets, viscéral et pariétal, de la séreuse paraît bien être le résultat d'une sorte d'ankylose due au non usage.

Qu'il y ait une ressemblance très grande et même une presque identité histologique entre certains processus dégénératifs normaux et leurs correspondants pathologiques, c'est une chose indiscutable. Mais ce qui permet, à mon sens, de distinguer le normal du pathologique, c'est que la dégénération normale n'entraîne pas de conséquences graves pour la vie du sujet affecté et s'accomplit sans troubles apparents.

Si l'accolement des plèvres n'était pas un phénomène normal, mais résultait, comme le croit Mme Phisalix, d'une pleurésie adhésive, on ne s'ex-

([1]) G.-H. Evans, *Traité sur les Éléphants, leurs soins habituels et leur traitement dans les maladies,* traduit par Jules Claine. Paris, Reinwald, 1904.

pliquerait pas l'absence des déformations thoraciques ou même rachidiennes qui accompagnent si souvent les rétractions consécutives à la soudure chez les individus jeunes atteints de pleurésie ([1]).

On devrait rencontrer aussi, surtout chez les Éléphants âgés, les importantes modifications que les pathologistes et notamment E. Lancereaux ont signalées dans les néomembranes pleurales des pleurites prolifératives ou pleurésies sèches générales, modifications qui apparaissent au bout d'un laps de temps relativement court et qui consistent soit en une stéatose, soit en une calcification des fausses membranes ([2]).

Pour moi, le processus qui amène la disparition graduelle de la cavité pleurale chez les Éléphants me paraît d'ordre normal et, d'une manière très générale, je le comparerais volontiers, *mutatis mutandis*, à la disparition de la cavité cœlomatique au cours de l'évolution de certains Métazoaires inférieurs ou encore aux phénomènes souvent d'aspect semi-pathologique qui s'observent dans la nécrobiose phylogénique des animaux à métamorphoses ([3]). Il reste, bien entendu, à étudier de près les différentes phases du processus chez les diverses espèces d'Éléphants.

A l'occasion de la Note de M. *Giard*, M. **Edmond Perrier** demande la parole et s'exprime de la façon suivante :

Je constate avec plaisir que l'accord est aujourd'hui complet entre M. Giard et Mme Phisalix. J'ai signalé que l'Éléphant d'Asie dont les viscères sont au Muséum était nain parce que le nanisme peut effectivement entraîner quelques dispositions anormales. Mais ces dispositions ne relèvent pas toujours de l'infantilisme et l'Éléphant dont il s'agit était encore beaucoup plus gros qu'un Rhinocéros; il serait peut-être imprudent d'attribuer au nanisme seul la persistance de la cavité pleurale chez lui; d'autant plus,

---

([1]) M. le professeur St. Leduc a émis récemment à ce sujet des idées qui me semblent parfaitement justes et dont il y a lieu de tenir compte. [*Voir* St. Leduc, *Les ions et la médication ionique* (*Monographies cliniques*, n° 48, p. 32.)]

([2]) E. Lancereaux, *Traité d'anatomie pathologique*, t. II, 1879-1881, p. 250-251.

([3]) Pour ne rien laisser dans l'ombre de ce qui est relatif à la mort de Sahib, j'ajouterai que, d'après un naturaliste que j'ai tout lieu de croire bien renseigné, cette mort serait due à des lésions athéromateuses du cœur ayant amené un état de déchéance dont la congestion pulmonaire n'a été que le phénomène ultime en quelque sorte inévitable [*La mort de Sahib, l'Éléphant d'Afrique du Muséum* (*Revue scientifique*, 23 février 1907, p. 250)].

que Blair ne dit nullement que l'Éléphant de l'Inde chez qui il a constaté la même disposition fût anormal.

Il paraît incontestable que la cavité pleurale est très fréquemment oblitérée chez les Éléphants indiens, mais il est certain aussi qu'elle ne l'est pas toujours. Cette oblitération est-elle un phénomène normal? Est-elle un héritage d'un phénomène autrefois pathologique et très fréquent? Est-elle actuellement pathologique ? Ce n'est pas par des raisonnements ou des assimilations qu'il est possible de répondre à ces questions. Il faudrait recommander aux vétérinaires et aux médecins qui ont l'occasion de faire, en Afrique ou dans l'Inde, des autopsies de ces animaux, de recueillir sur la soudure des deux feuillets pleuraux toutes les observations précises qu'ils pourraient faire en notant soigneusement, s'il s'agit d'un Éléphant domestique, l'âge de l'animal et les conditions dans lesquelles il a vécu. Il sera difficile de leur demander de noter laquelle des prétendues espèces africaines ils ont eue sous les yeux. Les mammalogistes morcellent beaucoup, en ce moment, les espèces africaines, en général; la notion de race géographique tend à être confondue par eux avec celle d'espèce, et il est fort douteux qu'entre ces espèces secondaires dont le nombre s'accroît si rapidement, on puisse découvrir la moindre différence d'organisation interne. Les Éléphants d'Afrique vivant en troupeaux séparés, ne se mélangeant, dit-on, jamais, se prêtent particulièrement au développement de variations héréditaires, caractérisant des formes auxquelles, en l'absence du criterium de la fécondité indéfinie des produits, on peut à volonté donner le nom d'*espèces* ou celui de *races*. Personne ne contestera l'intérêt qu'il y aurait à rechercher si ces variations s'étendent jusqu'aux rapports des deux feuillets de la plèvre, mais le problème a des chances de demeurer longtemps en suspens.

M. Giard tient d'un zoologiste, qu'il a toutes raisons de croire bien renseigné, que Sahib est mort d'une congestion pulmonaire due à l'état de son cœur. Je suis peut-être plus exactement renseigné que personne, ayant examiné moi-même, à diverses reprises, l'état de ce cœur en compagnie de médecins qualifiés et il ne dépendait que de M. Giard lui-même d'être mieux renseigné que le zoologiste dont il parle, puisque le viscère incriminé est conservé dans mon laboratoire. Le péricarde est tout à fait normal; le ventricule droit est dilaté, en raison de la congestion pulmonaire intense; les valvules auriculo-ventriculaires, les valvules sigmoïdes pulmonaires, la myocarde du ventricule gauche, la crosse de l'aorte sont en parfait état. Seule une des valvules sigmoïdes aortiques présente

quelques plaques d'athérome dont la grandeur varie de celle d'une lentille à celle d'une pièce de cinquante centimes, la valvule elle-même égalant presque la grandeur de la main. Je laisse aux praticiens de décider si ces lésions étaient suffisantes pour déterminer les accidents ultimes auxquels a succombé Sahib.

M. A. DE LAPPARENT fait hommage à l'Académie de la *Notice nécrologique* qu'il a consacrée à *Alfred Potier*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de diverses Commissions.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Commission chargée de juger le concours du prix Petit-d'Ormoy (*Sciences mathématiques pures et appliquées*). — MM. Jordan, Darboux, Poincaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert.

Commission chargée de juger le concours du prix Petit-d'Ormoy (*Sciences naturelles*). — MM. Van Tieghem, Gaudry, Bornet, Guignard, Perrier, Delage, Giard.

Commission chargée de juger le concours du prix Pierson-Perrin. — MM. Berthelot, Mascart, Becquerel, Lippmann, Violle, Amagat, Gernez.

Commission chargée de présenter une question de Grand Prix des Sciences mathématiques, pour l'année 1910. — MM. Jordan, Darboux, Poinçaré, Émile Picard, Appell, Painlevé, Humbert.

Commission chargée de présenter une question de prix Bordin (*Sciences physiques*), *pour l'année* 1910. — MM. Berthelot, Van Tieghem, Gaudry, Schlœsing père, Troost, Bouchard, Perrier.

Commission chargée de présenter une question de prix Fourneyron, pour l'année 1910. — MM. Maurice Levy, Darboux, Boussinesq, Deprez, Léauté, Sebert, Vieille.

CORRESPONDANCE.

L'Académie Royale des Sciences de Suède invite l'Académie à se faire représenter par un de ses Membres aux fêtes par lesquelles on célébrera, le 25 mai 1907, le deux-centième anniversaire de la naissance de *Linné*.

L'American philosophical Society adresse à l'Académie le premier Volume de l'Ouvrage intitulé : *The Record of the Celebration of the two hundredth Anniversary of the Birth of Benjamin Franklin*.

L'Académie des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Marseille adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde condoléance à propos de la mort de M. *Moissan*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *L'Électricité considérée comme forme de l'énergie*, par le Lieutenant-Colonel E. Ariès. (Présenté par M. Amagat.)

2° *Essais de Jean Rey, docteur en Médecine*, édition nouvelle avec commentaire, publiée par Maurice Petit.

3° *Conclusions des Sciences sociales*, par René Worms. (Présenté par M. A. Giard.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les formules d'addition des fonctions sphériques*. Note de M. **Niels Nielsen**, présentée par M. Émile Picard.

L'équation différentielle des fonctions métasphériques

$$(1)\qquad (1-x^2)y'' - (1+2\nu)xy' + \rho(\rho+2\nu)y = 0, \qquad y = K^{\nu,\rho}(x)$$

donnera, après un simple calcul, pour la fonction

$$y = K^{\nu,\rho}[\alpha^2 + (1-\alpha^2)x],$$

l'équation aux dérivées partielles

$$(2)\quad \begin{cases} \alpha(1-\alpha^2)\dfrac{\partial^2 y}{\partial\alpha^2} - [1+(4\nu+1)\alpha^2]\dfrac{\partial y}{\partial\alpha} + 4\rho(\rho+2\nu)\alpha y \\ \qquad + \dfrac{4\alpha}{1-\alpha^2}\left[(1-x^2)\dfrac{\partial^2 y}{\partial x^2} - (1+2\nu)x\dfrac{\partial y}{\partial x}\right] = 0. \end{cases}$$

Supposons $\rho = n$, n désignant un entier non négatif, l'équation différentielle (1) admet comme intégrale particulière le polynome entier

$$\mathfrak{P}^{\nu,n}(x) = \frac{1}{\Gamma(\nu)}\sum_{s=0}^{\leq\frac{n}{2}} \frac{(-1)^s\Gamma(\nu+n-s)}{s!\,(n-2s)!}(2x)^{n-2s},$$

qui figure dans le développement classique

$$(1-2\alpha x+\alpha^2)^{-\nu} = \sum_{s=0}^{s=\infty} \mathrm{P}^{\nu,s}(x)\alpha^s, \qquad |\alpha| < \left|x \pm \sqrt{x^2-1}\right|,$$

d'où les expressions particulières

$$(3)\quad \lim_{\nu=0}[\Gamma(\nu)\mathrm{P}^{\nu,n}(\cos\varphi)] = \frac{2\cos(n\varphi)}{n}, \qquad \mathrm{P}^{1,n}(\cos\varphi) = \frac{\sin(n+1)\varphi}{\sin\varphi},$$

tandis que l'hypothèse $\nu = \frac{1}{2}$ nous conduira aux fonctions sphériques ordinaires de *Legendre*.

Cela posé, il est très facile de déterminer les polynomes $\mathrm{A}_s^{\nu,n}(\alpha)$ qui figurent dans l'identité

$$(4)\qquad \mathrm{P}^{\nu,n}[\alpha^2+(1-\alpha^2)x] = \sum_{s=0}^{s=n} \mathrm{A}_s^{\nu,n}(\alpha)\mathrm{P}^{\nu,s}(x),$$

qui est toujours valable.

A cet effet, introduisons dans (2) la somme qui figure au second membre de (4), nous aurons, en vertu de (1), pour la détermination de $\mathrm{A}_s^{\nu,n}(\alpha)$, cette équation différentielle linéaire

$$\alpha(1-\alpha^2)\frac{d^2\mathrm{A}_s}{d\alpha^2} - [1+(4\nu+1)\alpha^2]\frac{d\mathrm{A}_s}{d\alpha} + \left[4n(n+2\nu) - \frac{4s(s+2\nu)}{1-\alpha^2}\right]\alpha\mathrm{A}_s = 0,$$

ce qui donnera immédiatement

$$\mathrm{A}_s^{\nu,n}(\alpha) = a_s(1-\alpha^2)^s\mathrm{F}(s-n,\ s+n+2\nu,\ 2s+2\nu+1,\ 1-\alpha^2),$$

où a_s est indépendant de α, tandis que F désigne la série hypergéométrique ordinaire.

Posons maintenant dans (4) $\alpha = 1$, nous aurons

$$A_0^{\nu,n}(1) = a_0 = P^{\nu,n}(1) = \frac{\Gamma(n+2\nu)}{n!\,\Gamma(2\nu)};$$

différentions ensuite par rapport à x l'identité, puis appliquons la formule

$$D_x P^{\nu,s}(x) = 2\nu P^{\nu+1,s-1}(x),$$

tirée directement des définitions de $P^{\nu,s}(x)$, nous aurons la formule récursive

$$A_s^{\nu,n}(\alpha) = (1-\alpha^2) A_{s-1}^{\nu+1,n-1}(\alpha) = (1-\alpha^2)^s A_0^{\nu+s,n-s}(\alpha),$$

de sorte que le coefficient $A_s^{\nu,n}(\alpha)$ est complètement déterminé.

Cela posé, considérons le triangle sphérique isoscèle ayant les côtés a, a, c et les angles opposés A, A, C, nous aurons

$$\cos c = \cos^2 a + \sin^2 a \cos C;$$

posons ensuite dans (4) $\alpha = \cos a$, $x = \cos C$, nous aurons

$$(5)\quad \begin{cases} P^{\nu,n}(\cos c) = \displaystyle\sum_{s=0}^{s=n} \frac{\Gamma(n+s+2\nu)(\sin a)^{2s}}{(n-s)!\,\Gamma(2s+2\nu)} \\ \qquad \times F(s-n, s+n+2\nu, 2s+2\nu+1, \sin^2 a) P^{\nu,s}(\cos C), \end{cases}$$

formule qui semble être nouvelle. Posons dans (5) $\nu = \frac{1}{2}$, les fonctions P qui y figurent se réduisent à des polynomes de Legendre, tandis que l'hypothèse $\nu = 0$ donnera une formule que Stieltjes a démontrée (*Journ. de Math.*, 4e série, t. V, 1889); posons enfin $\nu = 1$, il résulte de (5) une autre formule particulière.

Il est évident que l'on peut traiter par un procédé analogue à celui qui précède la fonction métasphérique générale

$$K^{r+\frac{1}{2},\rho}\left(\alpha\beta + x\sqrt{\alpha^2-1}\sqrt{\beta^2-1}\right),$$

que l'on a étudiée en suivant des méthodes beaucoup plus compliquées.

PHYSIQUE. — *Sur la constitution de l'atome.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que dans la théorie actuelle de la constitution de l'atome (J.-J. Thomson, Lorentz, Larmor, etc.) celui-ci serait formé d'un centre chargé d'électricité positive autour duquel graviteraient très rapidement des corpuscules chargés négativement, en très grand nombre et d'une extrême petitesse; la force centripète serait une force électrique. La période de la vibration lumineuse émise par un atome d'un corps gazeux serait la période même de rotation d'un corpuscule dont la vitesse a été légèrement altérée par une cause quelconque.

Pour montrer combien cette théorie est cohérente, M. Langevin a eu l'heureuse idée de calculer, d'après la force électrique à laquelle il est soumis, la période de révolution, et par conséquent la longueur d'onde de la lumière émise par un corpuscule qui se trouverait à la périphérie d'un atome de sodium, en admettant que celui-ci est *sphérique*. Le nombre ainsi trouvé correspond à l'ultra-violet. Nous allons reprendre ce calcul, sous une forme légèrement différente, pour montrer que les données numériques qu'il fait intervenir sont très exactement connues. Or, comme le résultat n'est pas d'accord avec l'expérience, nous aurons à examiner la valeur des hypothèses admises. Celles-ci sont au nombre de trois :

1° Les trajectoires sont circulaires; 2° l'atome est sphérique, c'est-à-dire que les orbites des corpuscules sont orientées dans tous les sens; 3° la loi de Coulomb est applicable aux distances intra-atomiques.

Les calculs suivants sont faits en unités électrostatiques C.G.S. En supposant que dans un corps solide tous les atomes sphériques se touchent et en calculant ainsi le rayon de l'atome, on aura certainement une limite supérieure R de la valeur de celui-ci. Chaque atome étant alors inscrit dans un cube de côté $2R$, en désignant par A la masse atomique du corps, par K le nombre d'atomes contenus dans A gramme de celui-ci, par D sa densité à l'état solide, on a $8R^3KD = A$. Appelons e' la charge électrique portée par un atome d'un corps monovalent pendant l'électrolyse; l'expérience donne $Ke' = a = 9618.3.10^{10} = 2,885.10^{14}$. Mais M. Townsend a montré que la valeur absolue e de la charge d'un corpuscule est égale à e'. On a donc $K = \frac{a}{e}$, d'où

$$(1) \qquad 8R^3 = \frac{Ae}{Da}.$$

D'autre part, en appelant ω la vitesse angulaire de rotation d'un corpuscule de l'a-

tome et T la période de révolution, on a $\omega T = 2\pi$; mais T est aussi la période de la lumière émise par l'ébranlement que cause à l'éther le corpuscule quand sa trajectoire est perturbée; en appelant λ la longueur d'onde de cette lumière, on a $\lambda = VT = \frac{2\pi V}{\omega}$. En désignant par r la distance au centre de l'atome du corpuscule considéré et E la charge positive qu'il faudrait supposer au centre pour produire sur le corpuscule la même force électrique que celle qui résulte de la charge positive centrale et de l'ensemble des charges négatives des autres corpuscules, on a, m représentant la masse du corpuscule, $m\omega^2 r = \frac{Ee}{r^2}$, et, en portant cette valeur de ω dans l'expression de λ, il vient

$$\lambda = 2\pi V \sqrt{\frac{m}{e}\frac{r^3}{E}}. \tag{2}$$

Supposer un atome sphérique revient à supposer les trajectoires circulaires des corpuscules dans des plans orientés suivant toutes les directions. Vu le grand nombre de corpuscules, l'action électrostatique exercée par eux est sensiblement la même que si la charge qu'ils possèdent était distribuée par couches sphériques homogènes. Il en résulte que le champ produit par les corpuscules en un point P pourra se calculer en supposant transportée au centre la charge des corpuscules dont la distance au centre de l'atome est moindre que celle du point P, et que les corpuscules dont la distance au centre sera supérieure à celle de P donneront en ce point un champ nul, d'après la loi de Coulomb. Comme l'atome tout entier est neutre au point de vue électrique, en appelant n le nombre total de corpuscules qu'il renferme, ne est la valeur de la charge positive qui existe au centre; si donc n' est le nombre des corpuscules qui sont à une distance du centre moindre que le corpuscule dont nous considérons ci-dessus la rotation, on a $E = ne - n'e$. La plus petite valeur de E correspond donc au cas où, le corpuscule considéré étant le plus éloigné du centre, on a $n' = n - 1$, d'où $E = e$; comme, en outre, pour celui-ci r a la plus grande valeur, cette double raison nous montre que, d'après (2), c'est pour ce corpuscule que λ sera le plus grand. En remplaçant dans cette relation r par la valeur plus grande R donnée par (1), on augmente le second nombre; on voit donc que, pour tous les corpuscules de l'atome, on aura

$$\lambda \leqq 2\pi V \sqrt{\frac{m}{e}\frac{R^3}{e}} \quad \text{ou} \quad \lambda \leqq \pi V \sqrt{\frac{m}{e}\frac{1}{2a}}\sqrt{\frac{A}{D}}. \tag{3}$$

La quantité $\frac{m}{e}$ est très bien connue par les expériences de M. Simon; elle est égale à $1,765.10^{-18}$; avec $V = 3.10^{10}$, on a ainsi $\lambda \leqq 5,213.10^{-6}\sqrt{\frac{A}{D}}$.

Dans cette relation, le coefficient numérique est parfaitement connu et, comme il en est de même de A et de D pour chaque corps simple, on obtient sans erreur, autre que celle des hypothèses, dans le cas du sodium, du zinc, du fer et du cuivre respectivement les nombres suivants

pour la plus grande valeur des longueurs d'onde qui seraient émises : $2,54.10^{-5}$, $1,57.10^{-5}$, $1,40.10^{-5}$ et $1,39.10^{-5}$. Ainsi les vapeurs de ces métaux ne pourraient émettre que des radiations situées très loin dans l'ultra-violet.

Ce résultat étant en désaccord avec les faits, il nous reste à examiner les hypothèses admises. On ne saurait incriminer la forme circulaire admise pour les trajectoires des corpuscules, car il y a là plutôt une approximation qu'une hypothèse. Il reste donc à renoncer soit à l'exactitude de la loi de Coulomb pour les distances de l'ordre des dimensions des atomes, soit à la forme sphérique de l'atome. Cette dernière idée paraît tout d'abord la plus séduisante : si l'on admet, en effet, que les plans des orbites de tous les corpuscules sont peu inclinés les uns sur les autres; d'une part, la distance des corpuscules au centre, le volume maximum de l'atome étant connu, pourra être considérablement plus grande que dans un atome sphérique; d'autre part, pour une même distance r du corpuscule au centre, la valeur de E est plus petite; il résulte de cette double cause, d'après (2), que λ peut être beaucoup plus grand et comprendre même l'infra-rouge. Mais il reste à examiner si la forme aplatie de l'atome est conciliable avec la stabilité de l'édifice et avec les autres phénomènes.

Nous avons cru utile de montrer que, si l'on ne veut pas renoncer à cette belle théorie de l'atome, il faut renoncer au moins à l'une ou l'autre des deux idées qu'on avait le plus souvent admises jusqu'ici.

PHYSIQUE. — *Sur la réfraction des corps.* Note de M. JULES AMAR, présentée par M. Lippmann.

1. La formule $R = \Sigma ar$ conduit à cette autre conséquence ([1]) :

En écrivant $R = A\Sigma r$, A exprime la masse moléculaire; or, quand la molécule change d'état physique, elle se condense c fois pour passer à l'état liquide, c' fois pour prendre l'état solide. Les réfractions, ne

([1]) Rappelons que, dans cette formule, R est la réfraction d'un gaz composé; r_1, r_2, ..., r_n celles de ses éléments divisées par leurs atomicités; a_1, a_2, ..., a_n les nombres d'atomes qui entrent dans la molécule (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 260).

dépendant que de la masse, seront donc

$$R_g = A\Sigma r, \qquad R_l = cA\Sigma r, \qquad R_s = c'A\Sigma r.$$

Mais ces masses moléculaires sont proportionnelles aux densités, sous les trois états, et l'on pourra écrire

$$\frac{R_g}{R_l} = \frac{D_g}{D_l}, \qquad \frac{R_l}{R_s} = \frac{D_l}{D_s}, \qquad \frac{R_s}{R_g} = \frac{D_s}{D_g}.$$

Ainsi, d'une façon générale, la densité d'un corps et sa réfraction sont fonction continue l'une de l'autre.

Exemples : I. SO^2 liquide. — On a

$D_g = 2,264$,

$D_l = 1,45 \times 773 \left(\text{par rapport à l'air, car } \frac{1000^g}{1,293} = 773 \text{ environ}\right)$,

$R_g = 702$ (en unités décimales du sixième ordre, ou $0,000\,702 \times 10^6$),

$R_l = 344\,000$.

On vérifie que

$$\frac{1,45 \times 773}{2,264} = \frac{344\,000}{702} = 490.$$

Le nombre 490 est la constante c qui exprime la quantité de molécules gazeuses condensées en une molécule liquide.

II. Pour CO^2 liquide, on vérifie également que

$$\frac{0,863 \times 773}{1,529} = \frac{196\,000}{450} = 435 \text{ environ.}$$

III. La glace $(H^2O)^{c'}$ donne sensiblement

$$\frac{0,918 \times 773}{0,622} = \frac{310\,000}{274} = 1140.$$

Remarque. — Jamin avait démontré que l'eau, soumise à des pressions croissantes, augmentait de densité en même temps que de réfraction (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LII, p. 169), et cependant la formule générale de Laplace $\frac{N^2-1}{D}$ ne s'y vérifiait point (*Ibid.*, p. 186-187).

Les travaux de Gladstone et Dale sur les liquides organiques, ceux de Landolt, Haagen et Schrauf ont montré la constance du rapport $\frac{N-1}{D}$ ou $\frac{R_l}{D_l}$. D'où il résultait que ce rapport, multiplié par le poids moléculaire

du liquide, devait être constant. Ce serait le pouvoir réfringent moléculaire.

Landolt établit que ce pouvoir réfringent double ou triple dans les corps dimères ou trimères; qu'il augmente de 5; 1,4 ou 3, ... quand la molécule s'accroît de 1[at] de carbone, d'hydrogène ou d'oxygène.

Enfin, Brühl et Schröder modifient ces valeurs au gré des liaisons atomiques.

Or, la loi de Gladstone est un cas particulier de notre formule, puisque pour nous

$$\frac{R_s}{D_s} = \frac{R_l}{D_l} = \frac{R_g}{D_g} = \text{const.}$$

D'autre part, la considération des pouvoirs réfringents moléculaires complique la loi précédente sans utilité appréciable, et ses conséquences manquent de rigueur ou sont fausses (dans la série aromatique notamment).

2. On peut substituer à la réfraction d'un corps sa constante diélectrique K, en vertu de la relation de Maxwell,

$$K = n^2,$$

d'où

$$N = \sqrt{K} \qquad \text{et} \qquad R = \sqrt{K} - 1.$$

La formule donnée plus haut, $R = \Sigma ar$, s'applique parfaitement à l'étude des constantes diélectriques; il suffit de remplacer R par $\sqrt{K} - 1$. Ainsi :

Pour CO^2......................	$\sqrt{K} - 1 = 0{,}000473$
Pour CO......................	$\sqrt{K} - 1 = 0{,}000345$
On en déduit pour O............	$= 0{,}000128$

En partant de cette valeur dans CO, on aura

$$C = 0{,}000217.$$

Il est alors aisé de calculer CH^4 et C^2H^6 par exemple. On trouve

$$CH^4 = 0{,}000217 \qquad + 4 \times 0{,}000066 = 0{,}000481$$
$$C^2H^6 = 0{,}000217 \times 2 + 0{,}000066 \times 6 = 0{,}000698$$

L'expérience avait donné à Bolzmann 0,000472 et 0,000656. Les chiffres de cet auteur sont plus concordants que ceux de M. Klemenčič.

On calculerait aussi les constantes diélectriques sous les divers états physiques par les relations ci-dessus. La valeur de $\sqrt{K} - 1$ pour $O^2_{\text{gaz.}}$ est

$$0{,}000128 \times 2 = 0{,}000256$$

Pour $O^2_{\text{liq.}}$, ce sera

$$\sqrt{K} - 1 = 0{,}000256 \times \frac{1{,}124 \times 773}{1{,}105} = 0{,}202,$$

d'où

$$K = \overline{1{,}202}^2 = 1{,}45.$$

L'expérience a donné 1,49 (Dewar).

On trouverait pour l'eau 1,8, tandis que les observateurs trouvent toutes les valeurs depuis 2 jusqu'à 80.

Il n'est guère possible de prétendre ici à l'exactitude, vu la conductivité partielle des liquides et des vapeurs et les *changements moléculaires* occasionnés par l'expérience (Gordon, *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, t. I, p. 198, trad. Raynaud).

Par l'emploi de notre formule on saura tout au moins l'ordre de grandeur de la constante diélectrique.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouveaux modes de formation et de préparation du tétrachlorure de titane.* Note de MM. **Em. Vigouroux** et **G. Arrivaut.**

Un chlorure de titane a été signalé, pour la première fois en 1825, par George [1], qui dirigeait un courant de chlore sur du prétendu titane. C'est un mélange de charbon et de rutile ou d'anhydride titanique que Dumas [2] traitait, en 1826, par le chlore, pour obtenir le tétrachlorure. Wœhler [3], reprenant l'expérience de George, en 1850, observa qu'il se formait, en même temps, du chlorure de cyanogène. En 1866, Merz [4] faisait agir le gaz chlorhydrique sur le pseudométal. En 1887, Demarçay [5] réduisait l'anhydride titanique par le tétrachlorure de carbone. Enfin, le

---

(1) George, *Ann. Ph. Chem. Pogg.*, t. III, 1825, p. 171.
(2) Dumas, *Ann. Ch. Ph.*, 2e série, t. XXXIII, 1826, p. 386.
(3) Wœhler, *Ann. Ch. Ph.*, 3e série, t. XXIX, 1850, p. 166.
(4) Merz, *J. prakt. Chem.*, t. XCIX, 1866, p. 157.
(5) Demarçay, *Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 111.

regretté Henri Moissan [1] indiquait, en 1895, pour la formation du même chlorure, l'action du chlore sur le titane, son carbure ou sa fonte.

L'aluminothermie nous ayant permis d'obtenir des alliages de fer et de titane, dans notre laboratoire, et ces corps s'attaquant aisément par le chlore sec, nous avons pensé qu'il serait possible d'utiliser, comme matière première, pour la préparation du tétrachlorure, le ferrotitane industriel, assez courant dans le commerce actuellement et que certains fabricants livrent à une teneur qui dépasserait 55 pour 100 de titane. Nous opérons suivant trois modes différents.

MODE I. — *Nous traitons le ferrotitane tel quel,* c'est-à-dire que nous soumettons directement à l'action du chlore cet alliage tel que le fabrique l'industrie, après l'avoir légèrement concassé, s'il y a lieu. A cet effet, nous l'introduisons dans un tube en porcelaine à l'intérieur duquel nous dirigeons un courant de chlore pur et sec et que nous chauffons à l'aide d'un four Mermet. Dès le rouge sombre, l'attaque se manifeste *avec incandescence* et les chlorures apparaissent. Le composé ferrique se solidifie dans la partie moins chaude du tube qui doit être assez large pour ne pas s'obstruer; le tétrachlorure, plus volatil, se liquéfie plus loin, d'abord dans un condensateur en verre exposé à l'air froid, puis dans un serpentin entouré d'eau courante qui lui fait suite.

Ce procédé très simple, très expéditif, fournit de bons résultats et nous paraît déjà un progrès sur celui de Dumas. Toutefois la présence du chlorure ferrique entraîne les inconvénients : 1° d'obstruer les conduits d'échappement des vapeurs, ce qui oblige à les déboucher, de temps en temps, vers la sortie; 2° de retenir une certaine quantité de chlorure de titane qui l'imprègne.

MODE II. — *Nous éliminons la majeure partie du fer,* au préalable. Le ferrotitane, finement pilé, est traité, à mort, par l'acide chlorhydrique étendu; beaucoup de fer entre en dissolution à l'état de chlorure et il apparaît, sous forme de résidu, une substance très lourde, à reflets mordorés, qui se trouve très peu chargée en fer. Un peu d'anhydride titanique la souille, mais, par lévigation, on l'en sépare facilement. Ce nouveau produit, lavé et séché, qui est très riche en titane (80 à 90 pour 100) est utilisé, comme matière première, pour la préparation du chlorure. En raison de sa grande densité, on peut, durant une seule opération journalière, en traiter plus de 600^g, dans des nacelles de porcelaine placées à l'intérieur de tubes de même nature, ce qui a amené des rendements quotidiens de 1500^g à 1800^g de chlorure brut, très peu souillé de chlorure ferrique. Il ne reste, dans les nacelles, qu'un faible résidu d'anhydride titanique.

MODE III. — *Nous utilisons tous les résidus renfermant de l'anhydride titanique,* qu'il soit formé dans les nacelles ou bien qu'il résulte de l'attaque du ferrotitane par l'acide chlorhydrique. Ils sont réunis, lavés à l'acide chlorhydrique et séchés fortement, ce qui donne de l'anhydride titanique à peu près pur. Ce dernier est transformé en chlorure suivant la méthode de Dumas. Mais ce dernier procédé présente, entre autres

---

(1) H. MOISSAN, *Comptes rendus,* t. CXX, 1895, p. 290.

inconvénients, celui de produire du tétrachlorure dilué dans de l'oxyde de carbone, ce qui nuit à sa condensation et affaiblit les rendements.

Purification du chlorure de titane brut. — Le liquide ainsi préparé est toujours coloré en rouge par du chlorure ferrique; toutefois, nos expériences nous ayant montré que sa solubilité était très faible dans le tétrachlorure, nous avons pu en séparer la majeure partie par filtration ordinaire. Le liquide qui passe ne présente plus qu'une nuance jaune orangé due à la présence du chlore libre et du chlorure ferrique en faible quantité. De simples distillations fractionnées, souvent effectuées sans digestion préalable avec du mercure ou tout autre métal, ont fourni un corps tout à fait pur, bouillant à une température très voisine de 136°, exempt de chlore libre, de chlorure de fer, de chlorure de silicium, *complètement incolore et ne fumant pas à l'air,* contrairement aux affirmations de certains auteurs.

Bref, c'est par l'action du chlore sur le ferrotitane industriel, préalablement dépouillé de son fer à l'aide de l'acide chlorhydrique, que nous préconisons la préparation du tétrachlorure de titane (mode II); nous ne présentons le mode I que comme une nouvelle méthode de formation; le mode III (procédé Dumas), nous ne l'appliquons qu'à la fin d'une campagne, pour le traitement de tous nos résidus d'anhydride titanique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'amidines tertiaires : phényl-amido-éthane-oxyméthane-phényliminé-phénylaminé.* Note de M. **Emm. Pozzi-Escot.**

L'acide phénylthiohydantoïque dont j'ai fait connaître un mode de préparation (¹) est de l'acide éthanoïque-thiométhane-iminé-phénylaminé :

$$\langle C_6H_5 \rangle - NH - C \begin{matrix} \diagup NH \\ \diagdown S - CH^2CO^2H \end{matrix}$$

Il m'a semblé qu'il serait possible de transformer ces dérivés monosubstitués en dérivés polysubstitués par l'action des amines.

L'expérience montre effectivement que, si l'on traite un acide hydantoïque monosubstitué par une amine, telle la phénylamine, il y a d'abord substitution d'un radical composé à la place du groupe iminé simple, avec dégagement d'ammoniaque, puis action de l'amine sur la fonction éthanoïque qui est transformée en amide; enfin l'eau formée au cours de cette phase de la réaction réagit sur la fonction thionique et pro-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXL, p. 174.

voque le remplacement de l'atome de soufre par un atome d'oxygène avec dégagement d'hydrogène sulfuré. Il est possible d'isoler les produits intermédiaires.

Les produits obtenus cristallisent généralement très bien dans l'alcool, tout au moins les termes inférieurs. Il faut cependant éviter de prolonger la réaction. L'analyse a montré que les produits obtenus répondent bien à la formule des dérivés de l'éthane oxy-méthane, amide sur la fonction éthanoïque, iminé et aminé sur l'atome de carbone méthanique.

Avec l'acide phénylthio-hydantoïque et la phénylamine, j'ai obtenu le phénylamidoéthane-oxy-méthane-phényl-iminé-phénylamine :

$$\langle\rangle - NH - C\begin{cases} \diagup\!\!\diagup N - \langle\rangle \\ \diagdown O - CH^2 - CO - NH\langle\rangle \end{cases}$$

Cristallisé en petits cristaux blancs fusibles à 289°.

L'analyse pour la formule précédente indique

$$C = 76,525, \quad N = 12,765, \quad H = 5,77, \quad O = 4,86,$$

j'ai trouvé $C = 76,25$, $N = 12,913$, $H = 5,81$, $O = 5,027$ (par différence).

Je me propose de poursuivre l'étude de ces corps.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de l'hordénine.* Note de M. E. Léger, présentée par M. Guignard.

Des travaux publiés jusqu'ici ([1]), il résulte que l'hordénine possède la formule

$$C^6H^4\begin{cases} CH^2 - CH^2 - N\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases} \\ OH\,(4) \end{cases} (1).$$

L'existence des groupements $C^6H^4\begin{cases} \\ OH \end{cases}$ et $- N\begin{cases} CH^3 \\ CH^3 \end{cases}$ repose sur l'observation de faits indiscutables ; quant à la chaîne $- CH^2 - CH^2 -$, sa présence dans la molécule de l'hordénine, bien que non douteuse, n'a pu être démontrée jusqu'à présent qu'en s'appuyant sur des considérations théoriques. Le but de la présente Note est de montrer expérimentalement l'existence réelle de cette chaîne et de fournir une nouvelle preuve de sa position en *para* relativement à l'oxhydrile. Ceci ressort de l'étude d'un corps que j'ai déjà fait connaître ([2]) : l'iodométhylate de méthylhordénine.

([1]) *Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 234 et 916.

([2]) *Comptes rendus,* t. CXLIV, p. 208.

La formation de ce corps semble répondre à l'équation

$$C^{10}H^{14}\overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle I}{N}}(ONa) + SO^4(CH^3)^2 = C^{10}H^{14}\overset{\displaystyle CH^3}{\underset{\displaystyle I}{N}}(OCH^3) + SO^4CH^3Na.$$

20g d'iodométhylate d'hordénine sont introduits dans un ballon avec une solution de 10g de soude caustique dans 75g d'eau. L'iodométhylate, corps à fonction phénol, se dissout intégralement dans la solution alcaline. On ajoute 20g de sulfate diméthylique. Aucune réaction ne se manifeste tout d'abord; mais bientôt le mélange s'échauffe, surtout si on l'agite; puis une ébullition ne tarde pas à se produire. Les vapeurs dégagées peuvent être condensées en un liquide plus lourd que l'eau, bouillant à 44°, qui, chauffé avec KHO alcoolique, donne un précipité de KI : c'est de l'iodure de méthyle.

Une deuxième réaction se superpose donc à celle qui est représentée par l'équation précédente. La molécule de l'iodométhylate d'hordénine est attaquée de deux côtés différents : la fonction phénol est éthérifiée; tandis que, sur une autre fraction du produit, le groupe $CH^3 - I$, fixé à l'azote, est chassé et remplacé par $SO^4CH^3 - CH^3$.

L'opération terminée, la solution renferme ainsi un mélange d'iodométhylate de méthylhordénine et de sulfométhylate d'hordénine. Le premier de ces deux corps cristallise; on le recueille après 6 heures (rendement 8g). Si à l'eau noire, saturée par l'acide acétique, on ajoute 15g de NaI, l'iodométhylate d'hordénine, formé par double décomposition, se précipite à son tour (rendement 10g).

DÉCOMPOSITION DU MÉTHYLHYDRATE DE MÉTHYLHORDÉNINE. — 7g,50 d'iodométhylate de méthylhordénine sont dissous dans 150cm³ d'eau distillée chaude. La solution est versée sur l'oxyde d'argent humide provenant de 5g de NO^3Ag.

Après un contact de 6 heures et de fréquentes agitations, on filtre. La liqueur est distillée dans le vide, avec rentrée d'air. On opère dans un ballon de 1l, placé dans un bain de glycérine.

Au début, il ne passe guère que de l'eau; mais, lorsque la température du bain atteint 120°-125°, la décomposition du méthylhydrate commence. Sur les parois du ballon ruisselle un liquide huileux que j'ai identifié avec le *paravinylanisol*, lequel est rendu blanchâtre par son mélange avec l'eau.

Quand la température du bain atteint 130°, on cesse de chauffer; puis, à l'aide du tube de rentrée d'air, le vide étant maintenu, on fait pénétrer dans le ballon 20cm³ à 25cm³ d'eau distillée. En chauffant de nouveau, le paravinylanisol, entraîné par la vapeur d'eau, distille. On porte une seconde fois la température du bain à 125°-130°; une deuxième quantité de méthylhydrate se décompose avec formation d'une autre fraction de paravinylanisol que l'on entraîne à l'aide de vapeur d'eau. A la fin, il ne reste rien dans le ballon.

Le liquide provenant de la distillation contient de la triméthylamine. Le paravinyl-

anisol flotte dans ce liquide à l'état de grosses gouttes sphériques ne tombant que lentement au fond. Pour l'extraire, on acidule légèrement par HCl et l'on agite avec de l'éther lavé. La solution éthérée, lavée à l'eau, puis soumise à la distillation, laisse le paravinylanisol comme résidu.

J'ai déjà observé la formation de ce dernier corps dans la décomposition pyrogénée du méthylhydrate d'hordénine. Ignorant la nature de ce composé, je l'avais décrit alors comme un liquide plus lourd que l'eau, d'une odeur aromatique agréable. Le rendement étant toujours très faible, sa formation ne pouvait être due qu'à une réaction secondaire. Il est possible aujourd'hui d'attribuer cette formation à l'existence, dans l'iodométhylate d'hordénine employé, d'une petite quantité d'iodométhylate de méthylhordénine; $7^g,50$ de ce dernier m'ont fourni $2^g,50$ de paravinylanisol, alors que le rendement théorique est de $2^g,80$.

Le paravinylanisol de l'hordénine présente toutes les propriétés qui ont été reconnues à ce corps par M. Perkin [1] : liquide incolore, très réfringent, un peu plus lourd que l'eau, possédant une odeur aromatique agréable que Perkin a comparée à celle du fenouil, entraînable par la vapeur d'eau, solidifiable dans un mélange de glace et de sel en une masse compacte d'aiguilles fusibles vers $+4^\circ$. Ce liquide se polymérise facilement quand on le chauffe et se change alors en une masse visqueuse, transparente; il donne avec SO^4H^2, à chaud, une coloration rouge pourpre foncée.

La production de ce paravinylanisol nous permet de supposer que le phénol obtenu dans la décomposition du méthylhydrate d'hordénine, corps amorphe, soluble dans les alcalis, précipitable par CO^2, est le paravinylphénol, ou plutôt un polymère de ce corps.

Cette formation de paravinylanisol est également intéressante au point de vue de la constitution de l'hordénine. Comme je l'annonçais au début de cette Note, elle fournit une preuve expérimentale de l'existence, dans l'hordénine, de la chaîne $-CH^2-CH^2-$; c'est, de plus, un nouvel argument en faveur de la position en para de l'oxhydrile phénolique.

L'hordénine étant un corps réducteur, il était intéressant de rechercher comment elle se comporterait en présence des ferments oxydants. Sur le conseil de M. Bourquelot, j'ai examiné l'action de la tyrosinase. J'ai utilisé, pour cela, la macération glycérinée de *Russula delica* qu'a bien voulu me remettre M. Bourquelot. Les essais ont été exécutés avec une solution de tartrate neutre d'hordénine à 1 pour 100.

---

(1) *Journ. of the Chem. Soc.*, 1877, p. 668, et 1878, p. 211.

Le ferment seul est sans action apparente, il en est de même de l'eau oxygénée neutre. Au contraire, le ferment additionné de H^2O^2 produit une coloration rouge cerise stable qui commence à se manifester au bout de de 10 à 15 minutes. L'addition de quelques gouttes de solution de carbonate neutre de sodium à 1 pour 100 accélère la réaction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de synthèse des nitriles β-cétoniques non substitués.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **I. Lazennec**, présentée par M. Haller.

Les nitriles acétyléniques $R - C \equiv C - CN$ doivent donner régulièrement, par fixation d'eau sur la liaison acétylénique, les nitriles β-cétoniques $R - CO - CH^2 - CN$. Nos essais d'hydratation par l'intermédiaire de l'acide sulfurique n'ont pas conduit à ce résultat; le nitrile phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CN$, nous a fourni ainsi la benzoylacétamide

$$C^6H^5 - CO - CH^2 - CONH^2,$$

la liaison acétylénique et la fonction nitrile ayant été l'une et l'autre attaquées. Avec les nitriles amylpropiolique $C^5H^{11} - C \equiv C - CN$ et hexylpropiolique $C^6H^{13} - C \equiv C - CN$, nous avons obtenu les amides acétyléniques correspondantes

$$C^5H^{11} - C \equiv C - CONH^2 \quad \text{et} \quad C^6H^{13} - C \equiv C - CONH^2,$$

l'hydratation ayant porté sur la fonction nitrile (*Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. XXXV, p. 526).

D'autre part l'hydrolyse des produits de condensation des nitriles acétyléniques avec les alcools ou les phénols, tel le composé

$$C^5H^{11} - C(OCH^3) = CH - CN,$$

est difficile, en général, à limiter à la formation du nitrile β-cétonique (*loc. cit.*, p. 531).

Nous avons pleinement réussi par contre, en hydrolysant les produits de condensation des nitriles acétyléniques avec les amines, que nous avons fait connaître dernièrement : il y a régénération de l'amine initiale et formation du nitrile β-cétonique correspondant; exemple :

$$\underbrace{\begin{matrix} C^5H^{11} - C = CH - CN \\ | \\ NC^5H^{10} \end{matrix}}_{\text{Nitrile β-amyl β-pipéridylacrylique.}} + H^2O = \underbrace{C^5H^{11} - CO - CH^2 - CN}_{\text{Caproïlacétonitrile.}} + \underbrace{NHC^5H^{10}}_{\text{Pipéridine.}}$$

Ce dédoublement est très facile à réaliser. Nous avons reconnu, après divers essais, qu'il s'effectuait au mieux par l'acide oxalique en solution éthérée. Voici le mode opératoire général :

A la solution du nitrile acrylique β-substitué β-amino-substitué (1^{mol}) dans 2 parties d'éther ordinaire, on ajoute l'acide oxalique (1^{mol}) dissous dans 8 parties d'éther additionné de un quart de son volume d'alcool à 95°. Il y a précipitation immédiate d'oxalate de la base. Après quelques heures de contact, on sépare le sel (quantité un peu inférieure au poids théorique). La liqueur filtrée ayant été ensuite évaporée jusqu'à réduction au quart de son volume, on agite le résidu avec de l'eau, qui s'empare de la petite quantité d'oxalate de la base restée en solution. On sépare par décantation la couche éthérée et, après lavage à l'eau, dessiccation sur le sulfate de soude anhydre et évaporation de l'éther, on obtient un résidu (huile ou cristaux) à peine coloré, constitué par le nitrile β-cétonique sensiblement pur.

Il ne se fait, dans cette opération, aucune réaction accessoire, et le rendement est voisin du rendement théorique.

Si nous rappelons d'autre part que nous avons effectué également, avec des rendements quantitatifs, la condensation des nitriles acétyléniques avec quelques amines primaires ou secondaires grasses (benzylamine, diéthylamine, pipéridine) (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, p. 1179), on voit que nous sommes en possession d'une méthode régulière et excellente de passage des nitriles acétyléniques $R - C \equiv C - CN$ aux nitriles β-cétoniques correspondants $R - CO - CH^2 - CN$.

Les nitriles β-cétoniques non substitués $R - CO - CH^2 - CN$ sont entièrement solubles dans la solution aqueuse d'alcalis caustiques ou carbonatés, d'où les acides les reprécipitent immédiatement. Le caractère acide de ces composés tient évidemment à la présence du groupe CH^2 entre les deux résidus électro-négatifs CO et CN.

Leur solution alcoolique donne, avec le chlorure ferrique, une faible coloration rouge vineux.

Traités par les hydrazines, ils fournissent des composés identiques à ceux que nous avons obtenus avec les nitriles acétyléniques correspondants, et qui, d'après nos expériences, doivent être considérés comme des pyrazolonimines (*Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 1239).

Caproïlacétonitrile : $CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^2 - CN$. — Distille à 126°-128° sous 14^{mm}; $D^{15°} = 0,9414$.

Heptylacétonitrile : $CH^3 - (CH^2)^5 - CO - CH^2 - CN$. — Distille à 137°-141° sous 15^{mm}; $D^{15°} = 0,9375$.

Benzoylacétonitrile (cyanacétophénone) : $C^6H^5 - CO - CH^2 - CN$. — Fond à 80°. Ce composé fut préparé pour la première fois par M. Haller en hydrolysant l'éther

benzoylcyanacétique $CN - CH(CO - C^6H^5) - CO^2C^2H^5$ (*Bull. Soc. chim.*, t. XLV, p. 271; t. XLVIII, p. 23).

Nous devons ajouter, en terminant, que l'on connaissait déjà, outre la cyanacétophénone de M. Haller, quelques autres nitriles β-cétoniques. La cyanacétone $CH^3 - CO - CH^2 - CN$ a été obtenue par E. Mathews et W.-R. Hodgkinson en faisant agir le cyanure de potassium sur la monochloracétone (*D. chem. Ges.*, t. XV, p. 2679); d'autre part MM. Hanriot et Bouveault ont décrit un procédé d'obtention de nitriles β-cétoniques substitués à partir du propionitrile (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. I, p. 548).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de dosage de l'ammoniaque dans les eaux.* Note de M. **Albert Buisson**, présentée par M. Guignard.

Dans une Note précédente (¹) j'ai montré que le dosage de l'ammoniaque par le réactif de Nessler comportait de nombreuses causes d'erreur; j'apporte aujourd'hui une nouvelle méthode de dosage dont l'observation première appartient à Gerresheim (²), mais dont j'ai déterminé les condition d'expérimentation et vérifié l'exactitude.

Si l'on ajoute du carbonate de soude à la solution d'un sel quelconque d'ammoniaque additionnée de chlorure mercurique dans la proportion de 5^{mol} de chlorure mercurique pour 2^{mol} de sel ammoniacal, l'ammoniaque est complètement précipitée sous la forme d'un composé blanc amorphe.

Ce précipité, pour de faibles quantités d'ammoniaque, a une composition constante que Gerresheim représentait, sans toutefois en avoir fait l'analyse, par la formule $Hg^5Az^2Cl^2O + H^2O$.

Nous avons tenu tout d'abord à vérifier l'entière précipitation de l'ammoniaque et à déterminer la nature exacte du précipité.

20^l d'une solution de chlorhydrate d'ammoniaque pur et de chlorure mercurique renfermant $0^g,006$ d'ammoniaque et $3^g,50$ de chlorure mercurique par litre sont précipités par 200^{cm^3} d'une solution de carbonate de soude à 15 pour 100. On laisse reposer 24 heures.

Les eaux de décantations filtrées et additionnées d'iodure de potassium et de soude

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 289.

(²) Gerresheim, in *Liebig's Annalen der Chemie*, t. CXCV, p. 573.

pure ne donnent pas trace d'ammoniaque à la distillation (pas de coloration par le réactif de Nessler).

La précipitation de l'ammoniaque de la solution est donc complète.

Nous avons caractérisé et dosé dans le précipité lavé et séché sur l'acide sulfurique le mercure, le chlore, l'azote et l'acide carbonique.

La teneur en sel ammoniacal de la solution étant fixe, en faisant varier la proportion de chlorure mercurique de la quantité nécessaire (5^{mol} de chlorure mercurique pour 1^{mol} de sel ammoniacal) jusqu'à $0^g,50$ par litre, nous avons toujours trouvé au précipité la même composition. C'est seulement dans le cas où cette proportion est dépassée que le précipité cesse d'avoir une composition constante par suite de la formation d'oxychlorure qui s'y mélange.

La composition centésimale du précipité est la suivante :

	Trouvé.	Calculé pour $CO^3(Hg^5Az^2Cl^2)O + 3H^2O$.
Hg	85,50	85,91
Cl	6,10	6,09
Az	2,20	2,40
CO^2	1,72	1,89
H^2O	2,40	2,31
O	1,36	1,36

La formule la plus simple que l'on puisse donner à ce composé est donc

$$CO^3(Hg^5Az^2Cl^2)^2O + 3H^2O,$$

que l'on peut représenter ainsi :

$$2HgCl^2, \quad CO^3(Hg^2Az)^2(Hg^2Az)^2O + 3H^2O,$$

ce qui permet de le considérer comme un chlorocarbonate formé par l'union du chlorure mercurique et d'un carbonate basique de dimercurammonium.

Séché à 100°, il jaunit et perd son eau d'hydratation.

La réaction qui lui donne naissance peut être représentée ainsi :

$$4AzH^4Cl + 10HgCl^2 + 10CO^3Na^2 = CO^3(Hg^5Az^2Cl^2)^2O + 20NaCl + 9CO^2 + 8H^2O.$$

Une quantité de $0^g,50$ de chlorure mercurique par litre, dose limite, permet donc de précipiter, d'après la réaction ci-dessus, $\frac{4AzH^4Cl \times 0,50}{10HgCl^2} = 0^g,040$ de chlorhydrate d'ammoniaque, soit $0^g,0127$ d'ammoniaque.

Pour des teneurs en ammoniaque inférieures à $0^g,0127$ d'ammoniaque par litre, le précipité a une composition constante en sorte que de son poids on pourra déduire la quantité d'ammoniaque qui lui correspond.

Il suffit de multiplier le poids du précipité lavé et séché à 100° par le rapport

$$\frac{4AzH^3}{CO^3(Hg^5Az^2Cl^2)^2O} = \frac{34}{1137},$$

c'est-à-dire par le coefficient 0,03.

Nous avons pu ainsi doser très exactement des quantités d'ammoniaque variant de $0^g,0001$ à $0^g,012$.

Ce sont précisément entre ces limites qu'oscille la quantité d'ammoniaque que renferment les eaux naturelles.

Nous conseillons de suivre dans ce cas la technique suivante :

Distiller 1^l de l'eau à analyser préalablement alcalinisée par 5^{cm^3} de soude pure au $\frac{1}{4}$ et recevoir le liquide distillé dans 10^{cm^3} d'acide chlorhydrique à 1 pour 100.

Faire en sorte que l'opération dure 1 heure 30 minutes et que le volume du liquide distillé soit légèrement supérieur à 100^{cm^3}.

Ramener avec de l'eau distillée le volume à 1000^{cm^3}, ajouter 10^{cm^3} d'une solution de chlorure mercurique à 5 pour 100 et précipiter par 10^{cm^3} d'une solution de carbonate de soude à 15 pour 100.

Laisser reposer 24 heures, filtrer à la trompe sur un entonnoir dont la douille présente deux étranglements entre lesquels on a tassé du coton de verre recouvert de coton de verre pulvérisé. Laver le précipité avec 5^{cm^3} d'eau, sécher à 100° et peser.

Le filtre a été préalablement lavé, séché à 100° et taré.

L'augmentation de poids du filtre multipliée par 0,03 donne exactement la quantité d'ammoniaque contenue dans 1^l de l'eau soumise à l'analyse.

Si la quantité d'ammoniaque est très faible, inférieure à $0^g,001$ (faire un essai préalable et direct au réactif de Nessler), opérer la précipitation sur les 100^{cm^3} de liquide distillé sans ramener ce volume à 1^l. Employer alors dans ce cas 1^{cm^3} de chacune des solutions indiquées précédemment.

En résumé cette méthode permet de doser des quantités d'ammoniaque supérieures à 1^{mg} avec une exactitude au moins égale à celle que donnent les procédés déjà connus; en outre elle permet, et à ma connaissance elle est la seule, de doser pondéralement des quantités d'ammoniaque inférieures à 1^{mg} lorsqu'on ne peut disposer de plus de 1^l d'eau.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur l'origine de la formation des aldéhydes dans les fromages*. Note de MM. **Trillat** et **Sauton**, présentée par M. E. Roux.

Nous avons établi récemment [1] que la présence d'aldéhydes dans les fromages était fréquente et qu'elle pouvait, en dehors d'autres causes déjà signalées par les auteurs, provoquer l'apparition de l'amertume; nous rappellerons que nous avons reproduit artificiellement le phénomène en exposant des fromages à l'action de vapeurs aldéhydiques.

---

[1] *Comptes rendus*, 11 février 1907, p. 333.

Au point de vue scientifique, comme au point de vue pratique, il était intéressant de se renseigner sur l'origine de ces aldéhydes. Nous nous sommes donc posé la question de savoir quelle était la cause de leur formation. Devait-on la considérer comme une conséquence normale de la fermentation du fromage ou la rattacher à une cause purement accidentelle, comme à celle de l'oxydation de petites quantités d'alcool que l'on peut rencontrer dans certains fromages ?

Les essais méthodiques que nous avons effectués nous ont permis de résoudre la question et le but de cette Note est de résumer les observations qui nous ont conduits à cette conclusion.

A. La présence de l'aldéhyde acétique pourrait tout d'abord s'expliquer par la formation d'une petite quantité d'alcool dans les fromages, provenant de la fermentation du lactose retenu dans le caillé. On sait, en effet, d'après les travaux de Duclaux (1), d'Adametz (2) et de Kayser (3), que certaines levures sont susceptibles de faire fermenter le lactose en produisant de l'alcool. M. Mazé est parvenu plus récemment à isoler de divers fromages toute une variété de ces levures : il a signalé, ce qu'il est utile de faire observer ici, que les milieux alcalins étaient particulièrement favorables à cette production d'alcool.

Or, la présence de l'alcool dans les fromages pouvait déjà faire prévoir la formation de traces d'aldéhydes, étant donnée la facilité avec laquelle il peut s'oxyder sous des influences extrêmement variées, comme l'un de nous l'a démontré (4).

B. Mais on pouvait aussi se demander, d'autre part, si ces mêmes levures de lactose n'étaient pas capables de produire directement l'aldéhyde en même temps que l'alcool.

Pour nous en assurer, nous nous sommes adressés à des levures isolées des fromages (5) : nous avons ensemencé une série de flacons contenant les uns du liquide Raulin lactosé et d'autres du lait stérilisé. Comparativement à ces essais, d'autres flacons contenant les mêmes liquides non ensemencés furent simplement additionnés d'alcool, afin d'évaluer la part d'aldéhydes provenant de l'oxydation de l'alcool au cours des manipulations. Après une semaine d'exposition dans l'étuve à 30°, les

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. I, p. 573.

(2) *Centralbl. für Bakteriologie*, t. V, 1889, p. 116.

(3) *Annales de l'Institut Pasteur*, t. V, 1891, p. 395.

(4) *Comptes rendus*, 1903, p. 171; *Bulletin de la Soc. chimique*, 1903, t. XXIX, p. 35.

(5) Ces levures ont été mises à notre disposition par M. Mazé.

liquides ont été étendus d'eau distillée et acidifiés par l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$. On les a soumis à la distillation en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter les pertes d'aldéhydes. Après avoir recueilli la moitié du liquide, on a procédé au dosage par le procédé colorimétrique au bisulfite de rosaniline.

Tableau indiquant les doses d'aldéhydes produites sous l'influence des levures de fromages.

Nature de la levure.	Aldéhydes, par litre, évaluées en aldéhyde acétique. Liquide Raulin lactosé.	Lait stérilisé.
	mg	mg
Levure de Pont-l'Évêque.........	66	20
Levure de Neufchatel............	84	35
Levure de Camembert...........	80	42
Témoin alcoolisé sans levure......	traces	traces

Comme on le voit, la fermentation du lactose, sous l'influence de ces levures, fournit des aldéhydes en proportions variables selon la race de levure ensemencée. On voit aussi que la part d'aldéhydes provenant de l'oxydation de l'alcool au cours des manipulations est négligeable.

La présence de l'aldéhyde dans les fromages est donc due à la fermentation du lactose, soit avant l'emprésurage, soit au cours de la maturation : c'est le lieu de rappeler ici les résultats de Roeser[1] qui, dans un autre ordre d'idées, a signalé que certaines levures pouvaient fabriquer de petites proportions d'aldéhyde acétique; c'est aussi l'occasion de rappeler l'opinion de Duclaux sur la probabilité de la formation de l'aldéhyde sous l'influences des levures.

C. Partant de ces observations, on peut expliquer de la manière suivante une des causes de la formation de l'amertume exagérée de certains fromages :

Les fromages à pâte molle retiennent toujours, au moment de l'emprésurage, une quantité plus au moins grande de lactose. Une fois égouttés, ils sont donc susceptibles de servir de réceptacles aux levures de lactose qui se trouvent abondamment répandues dans les laiteries et notamment sur les appareils de fromagerie, comme l'a fait observer M. Mazé. Les quantités d'aldéhydes produites dépendent d'une foule de circonstances telles que : la nature de la levure, l'importance de l'ensemencement,

(1) *Annales de l'Institut Pasteur,* t. VII, 1893.

l'exposition à la lumière, le degré d'alcalinité du milieu, la quantité de lactose et l'aération du fromage. On comprend que l'assemblage de ces facteurs et leur superposition peuvent présenter par leur réunion des conditions très favorables pour la production d'aldéhydes.

Tel est le cas, par exemple, lorsque le caillé aura été préparé à trop basse température ou qu'il aura été trop longtemps égoutté, étant exposé dans l'atmosphère des salles de fromagerie, riches en germes de toutes espèces : de semblables conditions favoriseront la formation et la résinification des aldéhydes, d'où probabilité d'amertume.

Nos observations peuvent déjà donner d'utiles indications pour diminuer les risques d'amertume aldéhydique : une étude plus approfondie permettra de mieux préciser ces indications. Mais en attendant, on peut dès maintenant affirmer qu'un plus grand soin apporté à l'égouttage du caillé et une plus grande propreté dans la tenue de la laiterie diminueraient notablement ces risques.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la toxicité des principes définis du* Tephrosia Vogelii (*Légumineuses*). Note de M. **M. Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

J'ai essayé les principes actifs retirés du *Tephrosia Vogelii* [1] sur des animaux appartenant aux divers degrés de l'échelle animale.

Les Poissons présentent une sensibilité extrême à leur action et ont le plus souvent servi de réactifs pour les caractériser.

Des trois substances que j'ai isolées, la *téphrosine* est de beaucoup la plus active; le *téphrosal* s'est montré peu toxique et l'on peut se demander si l'action minime que l'on a constatée n'est pas due à des traces de téphrosine entraînée par la vapeur d'eau. Lorsque le téphrosal est récemment préparé, il possède une odeur vive, enivrante, et paraît être un appât destiné à attirer le poisson. Le *corps jaune* s'est aussi montré peu actif : sa solution au $\frac{1}{1000000}$ n'est pas toxique; celle au $\frac{1}{500000}$ n'a tué un Cyprin qu'au bout de 2 heures environ. Ici encore on peut se demander, étant donnée la toxicité extrême de la téphrosine et la petite quantité de matière isolée, si la substance était parfaitement pure ou si elle ne contenait pas encore un peu de téphrosine à laquelle serait due son apparente toxicité; du reste les

(1) Voir *Comptes rendus*, 1906, 2e semestre.

phénomènes observés ont été analogues à ceux que je vais rapporter pour la téphrosine.

Ce corps est presque entièrement insoluble dans l'eau et j'ai été obligé d'employer l'alcool ou la glycérine pour le dissoudre. Les solutions qui ont servi aux expériences sur les Poissons étaient préparées de la façon suivante : on dissout $0^g,01$ de téphrosine dans 10^{cm^3} d'alcool et l'on étend à 50^{cm^3} avec de l'eau. Cette solution qui se conserve bien renferme $\frac{2}{10000}$ de substance active. On en verse alors le volume voulu dans 1 litre d'eau, pour obtenir la concentration désirée; ces solutions étendues doivent être préparées au moment même de s'en servir, car malgré leur extrême dilution, la téphrosine se dépose rapidement et elles perdent leur activité.

Quand on met un poisson dans ces solutions étendues, il est pris d'une vive excitation et saute fréquemment hors du vase, puis il se calme; ses nageoires se paralysent et se décolorent; il roule dans le liquide, nage le ventre en l'air, puis enfin reste immobile et meurt.

Voici, chez le Gardon, le Tableau des phénomènes observés aux diverses concentrations :

	Durée de l'expérience au moment où l'animal	
	roule.	meurt.
	h m	h m
$\frac{1}{250000}$	0.7	0.30
$\frac{1}{500000}$	0.5	0.15
$\frac{1}{1000000}$	0.7	0.35
$\frac{1}{10000000}$	0.7	1.5
$\frac{1}{25000000}$	0.12	1
$\frac{1}{50000000}$	0.28	1.45
$\frac{1}{100000000}$	1.45	vit le lendemain

Ainsi la concentration semble indifférente jusqu'au $\frac{1}{10\,000\,000}$ et la dose mortelle va jusqu'au $\frac{1}{50\,000\,000}$. Les chiffres précédents ne se rapportent qu'à la concentration de la solution et non au poids de substance toxique absorbée. Il est en effet à remarquer que le poisson est loin de prendre toute la substance toxique du liquide; si l'on y place un deuxième poisson, il meurt aussi vite que le premier et j'ai pu ainsi en intoxiquer un grand nombre dans le même liquide. Le poids de substance active absorbée est certainement infime.

Ne pouvant déterminer directement ce poids, j'ai voulu comparer la téphrosine à la substance définie la plus toxique que l'on connaisse, l'aconitine, employée à dilution égale. On admet que la dose d'aconitine

mortelle pour l'homme est de 6^{mg}. Amenés à la dilution du $\frac{1}{50\,000\,009}$ ces 6^{mg} représenteraient 300 litres.

Ainsi, même en admettant que le pouvoir toxique de l'aconitine ne soit pas annihilé par cette dilution extrême, il faudrait 300 litres de cette solution pour tuer un homme ; c'est dire que, pratiquement, elle serait inoffensive. La téphrosine, corps cristallisé et distillable, agit donc à une dilution qui n'avait été jusqu'à présent reconnue que chez les seuls venins et toxines.

Tous les Poissons sont sensibles à l'action de la téphrosine, mais très inégalement ; ainsi le Véron l'est moins que le Gardon, puis viennent la Perche, le Cyprin, la Brême, la Tanche et l'Anguille ; le moins sensible a été la Lamproie qui a résisté 48 heures dans la solution au $\frac{1}{1\,000\,000}$.

Les Poissons de mer sont aussi intoxiqués par cette substance, mais moins facilement que les Poissons d'eau douce. Mes expériences effectuées au laboratoire de Roscoff ont porté sur les genres suivants : *Blennius, Labrus, Cottus, Scyllium, Conger ;* voici les limites extrêmes que j'ai constatées :

Crenilabrus.......	$\frac{1}{5000000}$	mort en $1^h 15^m$
Conger...........	$\frac{1}{1000000}$	mort en $1^h 10^m$

Les autres espèces animales sont infiniment moins sensibles à l'action de la téphrosine : des lapins ont pu manger impunément des feuilles de cette plante et des chiens ont reçu la dose énorme de 1^g de téphrosine mêlée à leurs aliments sans en paraître incommodés. J'ai pu conserver plusieurs jours des grenouilles dans la solution au $\frac{1}{200000}$ dans laquelle les Poissons mouraient presque aussitôt ; les Têtards y succombaient en quelques heures, tandis que les Tritons et les Axolotls n'en étaient nullement incommodés.

Les Crustacés ne sont pas non plus bien sensibles à l'action de cette substance : l'Écrevisse, le Crabe, la Langouste ont vécu plusieurs jours dans la même solution ; c'est tout au plus si, au début, ils ont présenté quelques phénomènes d'excitation. Une *Anilocra* (Crustacés), fixée sur un *Crenilabrus,* a été introduite dans la solution au $\frac{1}{5\,000\,000}$; le *Crenilabrus* est mort en $1^h 15^m$ tandis que *l'Anilocra* avait le lendemain gardé toute sa vivacité. Dans la même solution les Aplysies (Mollusques) étaient rétractées et immobiles 14 heures après, tandis que divers mollusques à coquille y ont vécu plusieurs jours sans aucun phénomène apparent. Les Arénicoles (Vers) ont présenté dès le début une phase d'excitation marquée par les mouvements plus fréquents de leurs cils, mais n'y sont morts que 3 jours après ; enfin des Actinies y sont restées plusieurs jours sans rien présenter d'anormal ; seule leur contractibilité était un peu diminuée.

La téphrosine nous apparaît donc bien comme le poison spécifique des Poissons.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés colloïdales de l'amidon.* Note de M. E. **Fouard**, présentée par M. E. Roux.

I. Dans leurs intéressantes recherches ([1]), MM. A. Fernbach et Wolff ont indiqué la préparation d'un « amidon soluble », par l'action de l'acide chlorhydrique étendu, de l'eau distillée et de la chaleur.

Cet amidon constitue un colloïde organique, d'une pureté exceptionnelle, dont j'ai étudié les propriétés.

En faisant subir à un amidon cinq épuisements successifs à l'acide, j'ai obtenu cinq lots dont chacun a été débarrassé, par lavage à l'eau distillée, de tout produit soluble. Je ne me suis pas arrêté dans ces lavages au moment trop indécis où les réactifs colorés n'indiquent plus d'acidité sensible, mais à celui où la conductibilité électrique de l'eau de lavage devient constante et définit nettement le degré de pureté de chaque amidon.

Si l'on incinère sur lame de platine l'un quelconque de ces produits, on constate toujours un résidu minéral contenant du phosphore, du silicium, du manganèse, et même des éléments basiques ayant résisté à tous les traitements acides.

Le dosage des cendres et celui de leur acide phosphorique, sur 100^g de chaque amidon (numéroté dans l'ordre de purification), ont donné les nombres suivants, en grammes par kilogramme d'amidon :

	Amidon initial.	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.
Cendres totales........	3,310	1,950	1,715	1,450	1,260	1,240
PO^4H^3...............	1,915	1,318	1,177	1,148	1,121	1,117

De ces analyses il résulte que les éléments minéraux, même ceux à réaction basique, adhèrent à l'amidon comme s'ils faisaient partie intégrante de ce corps. Le phosphore s'y trouve l'élément prédominant et aussi le plus permanent, comme l'indique la décroissance à peine marquée de ses derniers dosages.

II. La fixité toute spéciale du phosphore conduirait à supposer, avec certains auteurs, que cet élément existe à l'état organique dans l'amidon naturel. Or, si l'on prépare des solutions à 5 pour 100 des cinq amidons

([1]) *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 1403.

précédents, on peut mesurer pour chacune d'elles deux acidités relativement au méthylorange et à la phénolphtaléine, exprimées ci-dessous en grammes d'acide PO^4H^3 par kilogramme d'amidon.

Acidités PO^4H^3.	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.
A la phénolphtaléine..	2,120	1,980	1,870	1,750	1,720
Au méthylorange......	1,620	1,380	0,480	0,115	0,100

Chaque amidon présente donc les deux acidités caractéristiques de l'acide phosphorique. Mais, si le dernier amidon ne contenait plus sensiblement que du phosphore organique, son acidité résiduelle devrait être unique et très petite; or, elle est double et offre même le maximum de divergence : c'est le caractère précis de l'existence unique du phosphore sous forme de phosphates acides dans le dernier amidon, c'est le rejet de l'hypothèse du phosphore organique.

III. Les pseudo-solutions précédentes ne sont pas rigoureusement transparentes : elles présentent un faible trouble séparable par filtration, donnant un liquide parfaitement limpide, dont l'acidité mesurée se trouve notablement réduite, bien que la filtration n'ait retenu que quelques millièmes d'amidon.

Le granule d'amidon insoluble est donc un fixateur de l'acide extrait du milieu colloïdal. Dès lors, la coagulation de cet amidon colloïdal serait corrélative d'une fixation d'acide, et un excès d'acide libre serait une cause accélératrice : effectivement, une addition d'acide chlorhydrique, sulfurique, phosphorique accélère la coagulation. Celle-ci est d'ailleurs toujours plus rapide à basse température.

Réversiblement, la chaleur ou les alcalis, sur un amidon préalablement coagulé, reproduisent l'état pseudo-soluble, de sorte que *cet amidon colloïdal est le premier colloïde organique bien défini présentant le phénomène de réversibilité.*

L'action des sels précise le mécanisme de la coagulation. Les sels hydrolysés, à réaction acide ou basique, c'est-à-dire libérant dans l'eau un excès d'ions H^+ ou OH^-, agissent comme les acides et les bases. Par contre, les sels neutres n'ont aucune action. Ainsi : 1° les sels de zinc, chlorure, sulfate, nettement acides, sont des accélérateurs de la coagulation; 2° le chlorure de sodium, l'azotate de potasse, les chlorures de manganèse, de lanthane, sels neutres, sont sans influence; 3° le carbonate de potasse,

l'acétate de soude, le phosphate trisodique, à réaction alcaline, redissolvent un coagulum formé.

Or, si on ne peut concevoir une action chimique commune au sulfate de zinc et à l'acide chlorhydrique, on ne peut davantage attribuer au radical phosphorique une action définie, puisque l'acide phosphorique et le phosphate trisodique agissent en sens inverse.

Une cause commune à toutes ces transformations se dégage : la fixation des ions H^+, charges électriques contractant le granule d'amidon vers la forme solide, ou la destruction de ce travail de cohésion par un apport d'ions OH^- neutralisants, d'où relâchement et solubilisation.

IV. L'acide phosphorique, à cause de sa grande capacité d'absorption des bases, à l'état de phosphates plus ou moins acides dans le protoplasma où s'élabore l'amidon, jouerait ce rôle de sensibilisateur, de mordant des ions H^+ ou OH^-, suivant les variations, bien connues en botanique, de la réaction acide ou alcaline du milieu, autour d'un état d'équilibre, et selon les époques de la vie cellulaire.

Par augmentation de l'acidité protoplasmique ou fixation des ions H^+, la gaine de phosphates rendue plus acide coagulerait, immobiliserait l'amidon; par apport d'ions OH^-, l'effet inverse se produirait vers la forme migratrice, livrant au travail d'osmose le transport de l'hydrate de carbone vers ses organes de réserve.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Relations entre l'oxyhémoglobine et les gaz du sang.* Note de MM. **Piettre** et **Vila**, présentée par M. E. Roux.

Dans une précédente Communication nous avons indiqué qu'on obtient aisément des solutions d'oxyhémoglobine particulièrement pure en séparant avec soin les stromas des globules rouges du sang de cheval, lavés dans dix à ving fois leur volume d'eau physiologique. Ces solutions abandonnent au froid de très beaux cristaux mesurant de 3^{mm} à 6^{mm} de longueur.

Les échantillons étudiés contiennent :

Cendres, pour 100	A : 1,16	B : 0,97	C : 0,90
Fer dans la matière organique pure, pour 100 .	A : 0,371	B : 0,378	C : 0,376

Nous nous proposons, en partant de cette substance cristallisée bien définie, de rechercher les combinaisons ou les transformations qu'elle peut subir lorsqu'elle est mise en présence de gaz purs.

Parallèlement, nous indiquerons les expériences faites sur les hématies elles-mêmes; on ne saurait, en effet, négliger une étude comparative si naturelle entre le globule intact et la matière active dont il est le substratum.

La méthode qui consiste à faire absorber les gaz entraîne nécessairement des causes d'erreur qu'il n'est pas possible d'apprécier avec rigueur en raison de la solubilité de ces gaz dans des masses liquides complexes. Afin d'éviter cet inconvénient, nous avons porté notre choix sur les méthodes d'extraction et adopté un dispositif spécialement étudié pour répondre à la diversité des cas. Nous conservons ainsi l'avantage de déterminer expérimentalement, et non par des calculs *a priori*, les gaz que des poids connus d'oxyhémoglobine ou de globules sont capables de dégager spontanément sous l'action du vide et d'un chauffage à 40°.

Ce dégagement est d'ailleurs complet; nous nous en sommes assurés dans plusieurs essais où la température avait été portée à 75°-80°. Cette technique permet de réserver, pour des recherches ultérieures, une substance qu'il est intéressant de conserver intacte.

I. Nous donnons ici le résultat de nos premiers essais sur l'oxyhémoglobine solubilisée dans de l'eau complètement privée de gaz, ou saturée d'oxygène à la pression normale. Sur ces solutions, nous étudions l'influence :

1° De la température à laquelle était porté le liquide saturé d'oxygène avant d'être introduit dans l'appareil ;

2° Du temps écoulé depuis la préparation des cristaux utilisés dans ces solutions ;

3° De la concentration.

Les produits cristallisés proviennent de trois préparations distinctes désignées par les lettres A, B, C, dans les essais où ils figurent. Les solutions sont faites à l'abri de l'air, sur la cuve à mercure, en introduisant les cristaux écrasés, réduits en boules compactes, à surface lisse, dans des cloches contenant de l'eau exempte de gaz.

Les volumes gazeux toute correction faite, ramenés à 0° et à 760^{mm} de pression, sont rapportés à 100^{g} d'oxyhémoglobine cristallisée, sèche, ce qui pratiquement correspond à 1^{l} de sang.

Solutions de cristaux dans l'eau privée de gaz.

					O.	CO^2.
	°		pour 100		cm³	
Cristaux A (de 1 jour)	à 17,	concentration	5,21	donnent...	77,8	0
» B (de 2 jours)	à 17,	»	2,70	» ...	70,0	0
» C secs (de 3 jours)	à 19,	»	1,85	» ...	7,6	4$^{cm^3}$,3

Tandis que les échantillons A et B étaient conservés dans un endroit frais et humide, le produit C a été, au contraire, séché dans une étuve à 37°.

SOLUTIONS SATURÉES D'OXYGÈNE A DIVERSES TEMPÉRATURES

	O.	CO^2.
Solution à 3,8 pour 100 de cristaux B (de 4 jours) à 6° dégage...........	110,8 cm³	»
» à 3,7 » B (de 9 jours) à 25 »	87,6	»
» à 4,9 » B (de 5 jours) à 38 »	50,8	»

SOLUTIONS SATURÉES D'OXYGÈNE DE CRISTAUX D'ÉPOQUES DIFFÉRENTES.

1° *Série* A.

	O.	CO^2.
Solution contenant 4,1 pour 100 de cristaux secs (de 2 jours) à 10° donne..	113,9 cm³	2,6 cm³
» » 4,0 » » (de 3 jours) à 24 » ..	95,0	3,4

2° *Série* B.

Solution contenant 3,8 pour 100 de cristaux secs (de 4 jours) à 6° donne..	110,8 cm³	3,1 cm³
» » 4,9 » » (de 5 jours) à 38 » ..	50,8	5,1

3° *Série* C.

Solution contenant 8,0 pour 100 de cristaux secs (de 1 jour) à 38° donne..	87,5 cm³	1,2 cm³
» » 5,4 » » (de 12 jours) à 5 » ..	1,3	4,6

Ces résultats indiquent combien est marqué ce qu'on nous permettra d'appeler *le vieillissement* de l'oxyhémoglobine, ensemble de modifications qui débutent à partir du moment où cette substance a été séparée du complexe globulaire.

On remarquera en outre que le facteur concentration est de peu d'importance, comparé aux autres causes de variations.

II. Les hématies lavées aussi parfaitement que possible, puis diluées dans une eau physiologique privée de gaz, ont donné, par des mesures directes, à la température de 17°-20°, les résultats suivants rapportés à 100g de globules supposés secs :

1° *Globules lavés pour la préparation des cristaux d'oxyhémoglobine.*

	O.	CO^2
Émulsion globulaire $d=1,11$ à 38,2 pour 100 de matière sèche, dégage.	92,6 cm³	17,1 cm
» » » à 23,4 » » » » .	97,6	7,5

2° *Globules lavés à quatre reprises*
dans cinq fois leur volume d'eau physiologique.

Émulsion globulaire à 21,7 pour 100 de matière sèche, dégage.........	82,2	13,7

Ces chiffres démontrent nettement que les globules peuvent, sous l'action du vide, laisser dégager des quantités importantes d'acide carbonique. Nous ajouterons que l'existence d'impuretés du sérum comme source de ce gaz ne saurait être invoquée après l'expérience suivante :

100^{cm^3} de la dernière eau de lavage de l'essai (2°) ont donné $3^{cm^3},3$ de gaz contenant seulement $0^{cm^3},4$ d'acide carbonique alors que les globules pour le même volume auraient dégagé $16^{cm^3},9$.

Chacun de ces points mérite une étude spéciale, en particulier les modifications subies par l'oxyhémoglobine dans l'air ambiant, modifications difficiles à déterminer optiquement mais qui se traduisent par une perte d'activité vis-à-vis de l'oxygène et par une libération de plus en plus sensible d'acide carbonique sous l'action du vide.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence de la nature physique des parois sur l'activation du suc pancréatique par les sels de calcium.* Note de M. C. **Delezenne**, présentée par M. E. Roux.

On sait depuis longtemps que la nature physique des parois avec lesquelles le sang entre en contact, au sortir des vaisseaux, influence d'une façon très marquée le phénomène de la coagulation spontanée. Un sang qui se prend en caillot en quelques minutes lorsqu'il est recueilli dans un récipient en verre, par exemple, peut demeurer liquide pendant des heures s'il est reçu dans un récipient identique dont on a eu soin d'enduire la paroi d'une couche d'huile, d'une couche de vaseline (Freund), ou, mieux encore, d'une couche de paraffine (Bordet et Gengou).

Dans une série de travaux des plus intéressants, publiés dans ces dernières années, Bordet et Gengou [1] ont montré que l'action de la paroi paraffinée est indépendante de la présence d'éléments figurés, qu'elle s'exerce tout aussi nettement sur un plasma privé de cellules que sur le sang total, et que son rôle n'est autre que « d'empêcher la transformation du proferment en fibrin-ferment actif ».

L'analogie que j'ai signalée, dans une précédente Note [2], entre l'activation du suc pancréatique par les sels de chaux et la formation du fibrinferment, m'a conduit à rechercher si la nature physique des parois avec lesquelles le suc pancréatique est en contact n'exerce pas une influence analogue sur le processus de l'activation.

Du suc pancréatique, dialysé en présence de NaCl à 8 pour 1000 et rigoureusement

---

(1) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1901, 1903, 1904.

(2) *Comptes rendus*, 18 février 1907.

inactif, est introduit dans deux tubes à essai, aussi identiques que possible, mais dont l'un a la paroi recouverte d'une mince couche de paraffine. A chacun des tubes on ajoute la même dose de $CaCl^2$ ($0^{cm^3},1$ d'une solution 0,1 Nm par centimètre cube de suc), et on les porte aussitôt dans le thermostat à 40°.

En employant la technique indiquée dans la précédente Note, pour déterminer le moment où l'activation se produit, on peut observer aisément que la trypsine active étant constituée au bout de la cinquième heure, par exemple, dans le tube de verre ordinaire, elle n'apparaît que le troisième ou le quatrième jour dans le tube paraffiné. Si le paraffinage a été fait dans de bonnes conditions, si le mélange ne renferme point de corps étranger (poussière, débris de ouate, etc.), et si l'on a opéré d'une façon parfaitement aseptique, le suc pourra même être conservé cinq, six, huit jours et davantage en tube paraffiné, sans acquérir la moindre activité protéolytique.

Mais si, pendant cette période latente de plusieurs jours, on transvase, à un moment quelconque, une petite portion du liquide dans un tube à essai ordinaire, on constate qu'il suffit de quelques heures de contact direct avec le verre pour que cette portion devienne capable de digérer rapidement la gélatine ou l'albumine. D'autre part, si, au cours des prises successives faites dans le tube paraffiné (avec des pipettes également paraffinées), on met accidentellement à nu une portion même très limitée de la paroi du verre, on observe qu'à partir de ce moment, l'activation se produit avec une grande rapidité.

On pourrait se demander si les différences considérables que nous venons de signaler ne sont pas dues à ce fait que le verre ou même la paraffine cèdent, au liquide qui les baigne, des traces infinitésimales de substances capables de modifier la composition chimique du suc et secondairement la vitesse de l'activation. Il est facile de démontrer qu'il n'en est pas ainsi et que les phénomènes observés dépendent bien de la nature physique de la paroi elle-même.

En effet ;

1° Si l'on substitue au tube de verre un tube de platine, l'activation n'est guère modifiée; par contre, elle subit dans un tube de platine paraffiné le même retard que dans un tube de verre paraffiné;

2° Si l'on introduit dans un suc, mis en tube de verre ordinaire, des fragments de paraffine sous la forme de petits cubes, par exemple, on observe que dans ces conditions il ne se produit jamais de retard de l'activation; bien plus, on constate le plus souvent une accélération nettement marquée.

Si la paroi paraffinée exerce une action empêchante sur la formation de la trypsine par les sels de calcium [1], elle ne modifie en aucune façon les

---

(1) Il est à noter que cette action empêchante ne se manifeste pas lorsqu'on remplace les sels de calcium par la kinase.

propriétés digestives du ferment définitivement constitué : un suc préalablement activé digère, en un temps sensiblement égal, un cube d'albumine en tube de verre ordinaire, ou en tube paraffiné. Par contre, l'action de la paroi peut être mise nettement en évidence si le cube d'albumine est introduit dans le suc en même temps que le sel de calcium ou à un moment quelconque du temps perdu. Alors que le cube d'albumine ajouté au suc pancréatique contenu dans le tube de verre ordinaire est habituellement digéré en 10 à 12 heures au plus, le cube d'albumine introduit dans le suc en tube paraffiné n'est attaqué qu'au bout de 36, 48, 60 heures, quelquefois davantage. Le retard de l'activation est généralement moins marqué cependant dans cette forme particulière de l'expérience, peut-être par le seul fait que le cube d'albumine exerce lui-même, par son contact avec le suc, une action antagoniste de celle de la paroi.

Nous nous sommes adressé, pour toutes les expériences dont il vient d'être question, à des sucs pancréatiques préalablement dialysés. C'est avec ces sucs que l'on obtient, en effet, les résultats les plus nets. Mais il est facile de mettre en évidence l'action de la paroi paraffinée en ayant recours à du suc pancréatique naturel; le retard exercé sur l'activation est toutefois moins marqué, résultat qui ne peut surprendre si l'on se rappelle que l'addition d'un sel de chaux soluble au suc pancréatique naturel détermine la formation d'un précipité de carbonate et de phosphate de calcium dont les particules peuvent agir pour leur part, sur le liquide qui les baigne, uniquement en vertu de leurs propriétés physiques.

J'ajouterai, en terminant, qu'on peut substituer à la paraffine d'autres substances telles que les cires, l'ébonite, etc. A l'encontre du verre ou du platine, ces substances se laissent difficilement mouiller par l'eau et prennent le plus souvent, dans les expériences d'électrisation de contact, des charges négatives. Quelques observations assez curieuses m'invitent à chercher dans cette direction l'explication des phénomènes observés.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur la structure de la forme cubique du chlorate de soude douée du pouvoir rotatoire.* Note de M. **H. Copaux**, présentée par M. A. Haller.

Le pouvoir rotatoire qu'on observe dans certains cristaux, tels que le quartz ou le cinabre, est l'effet d'une structure particulière, que Mallard a comparée à celle des piles de mica de Reusch. On sait en effet que les

propriétés optiques d'un cristal uniaxe, doué du pouvoir rotatoire, peuvent être reproduites artificiellement, par superposition de lames minces de mica biaxe, dont les sections principales sont croisées à 45° ou à 60°.

M. Wyrouboff a montré d'ailleurs que la conception de Mallard est une véritable théorie physique, et non pas seulement une comparaison propre à faciliter les recherches, en mettant en évidence la forme biaxe élémentaire de la plupart des cristaux à pouvoir rotatoire.

Je trouve dans cette même théorie une interprétation satisfaisante de la structure des cristaux cubiques du chlorate de soude, cas particulièrement complexe où nous ne connaissons jusqu'à présent ni l'élément de la structure, ni le mode de groupement auquel il obéit.

1. Le chlorate de soude possède, indépendamment de sa variété cubique, trois formes biréfringentes, dont j'ai repris l'étude et dont les caractères sont exactement les suivants.

L'une des formes, α, est orthorhombique et isomorphe du nitrate de potasse; la seconde, β, est clinorhombique et isomorphe du chlorate de potasse; la troisième, γ, est orthorhombique et quasi-cubique.

Les deux premières, très instables, s'observent avec une facilité relative dans l'évaporation d'une goutte de solution alcoolique de chlorate de soude; la troisième, parfaitement stable, s'obtient par cristallisation du chlorate de soude, en présence de 10 pour 100 de sulfate ou de 50 pour 100 de perchlorate de soude.

Dans le travail que j'ai signalé tout à l'heure, M. Wyrouboff a examiné le cas des cristaux cubiques du chlorate de soude et considéré la forme clinorhombique comme représentant le véritable réseau de ce sel, mais une connaissance plus complète des différentes formes du chlorate de soude et de leurs propriétés ne nous permet plus d'accepter cette opinion.

Ni la forme clinorhombique β, ni la forme orthorhombique α ne peuvent participer à l'édification du cristal cubique, parce qu'elles sont trop biréfringentes et plus solubles que cette variété cubique.

Le pouvoir rotatoire d'un cristal est, en effet, d'autant plus élevé que la biréfringence de ses constituants est plus grande. Or, le pouvoir rotatoire du chlorate de soude est faible et la biréfringence de ses formes α et β est considérable.

En outre, la solubilité est naturellement égale entre un cristal pseudo-symétrique et les éléments de sa structure. Or, en suivant au microscope les transformations des cristaux α et β, on voit que la forme α passe au bout de quelques instants à la forme β, que celle-ci se convertit à son tour en

cristaux isotropes, en subissant l'une et l'autre une dissolution préalable plus ou moins complète.

La forme cubique est donc moins soluble que les deux autres.

Donc, la seule des trois formes qui soit capable de contribuer à la structure des cristaux cubiques est la forme γ, orthorhombique, quasi-cubique et peu biréfringente.

2. L'observation suivante confirme l'intervention de la forme γ et nous donne en même temps une représentation visible des croisements grâce auxquels elle parvient à constituer un cristal isotrope.

Lorsqu'on dissout dans l'eau chaude 40 parties de chlorate, 40 de perchlorate et 20 de nitrate de soude, le chlorate de soude se dépose, par refroidissement, sous la forme de cristaux rayonnés plus ou moins confus et parfois d'étoiles à trois branches, très régulières.

Ces étoiles sont constituées par six individus, dont la biréfringence est voisine de celle de la forme γ et qui éteignent deux à deux parallèlement à la droite qui joint leurs sommets. Si l'on examine leurs contours, on y retrouve justement les angles de 45° et de 60°, seuls compatibles avec la théorie des croisements de Mallard.

J'ai voulu m'assurer par analyse que ces cristaux étaient bien constitués par du chlorate de soude et je n'y ai trouvé en effet que 0,5 pour 100 de nitrate de soude. Néanmoins, si petite qu'en soit la proportion, il est permis de se demander si le nitrate est inclus dans le cristal sous la forme de gouttelettes d'eaux mères emprisonnées, ou bien si, régulièrement interposé à l'état solide, il fait partie intégrante de la structure. La première hypothèse me paraît la plus probable.

Quoi qu'il en soit, considérons la forme γ, orthorhombique et quasi-cubique, nous verrons qu'une rotation de 45° autour de l'axe quaternaire remplace la face octaédrique primitive par celle du dodécaèdre rhomboïdal. L'axe binaire devient ternaire et l'on conçoit que par cet arrangement, trois fois répété autour des axes ternaires, on obtienne un assemblage isotrope et doué du pouvoir rotatoire dans toutes les directions.

Ces cristaux nous donnent ainsi une représentation visible de l'enchevêtrement intime et invisible auquel le chlorate de soude cubique doit ses propriétés.

En résumé, les cristaux cubiques du chlorate de soude doivent leur pouvoir rotatoire aux macles particulaires d'une forme orthorhombique, quasi-cubique et peu biréfringente.

BOTANIQUE. — *Contribution à l'étude anatomique des* Raphia *de Madagascar.* Note de M. P. CLAVERIE, présentée par M. Gaston Bonnier.

On admet toujours qu'il n'existe à Madagascar qu'une espèce de *Raphia*, qui serait le *Raphia Ruffia* Mart. (*Raphia pedunculata* Pal. Beauv.).

Cependant, le commerce européen établit une distinction entre les bandes de *Raphia* qui nous sont envoyées en Europe, par Tamatave, de la côte Est, et celles qui proviennent de la côte Ouest, par Majunga.

Les premières, dites *raphia sombre*, sont moins estimées, parce qu'elles sont moins tenaces que les secondes, qui sont le *raphia clair*.

Déjà ce fait avait attiré l'attention de Sadebeck (1), qui a cherché à reconnaître si la différence tient au mode de préparation, ou si elle n'est pas uniquement la conséquence d'une différence spécifique.

L'étude anatomique peut évidemment sur ce point fournir une première indication.

On sait que ces bandes sont l'épiderme supérieur des jeunes feuilles, accompagné des faisceaux fibreux sous-jacents.

Or, d'après Sadebeck, dans les bandes de la côte Ouest, ces faisceaux, dans la partie moyenne de la feuille, sont larges, étalés et très rapprochés, tandis que, dans les bandes de la côte Est, ce qui expliquerait leur plus faible résistance, ces mêmes faisceaux sont plus cylindriques, plus étroits et sont séparés par de plus larges intervalles de tissu mou.

En outre, dans les premières, les éléments fibreux sont à cavité centrale étroite dans la zone moyenne de la feuille, à cavité large à la base ; dans les seconds, ces mêmes éléments sont à lumen étroit, aussi bien à la base que dans la partie moyenne.

Et, s'appuyant sur ces caractères, Sadebeck conclut que le *Raphia* de la côte Est n'est pas la même espèce que celui de la côte Ouest ; ce serait le *Raphia tamatavensis* Sadeb.

Mais peut-être est-il imprudent de créer ainsi une nouvelle espèce d'après une simple donnée anatomique, empruntée à un fragment de feuille ; et c'est, croyons-nous, ce que nous avons constaté.

Nous avons eu, en effet, à notre disposition un assez grand nombre de bandes de *Raphia*, provenant de divers points de Madagascar, et d'origine certaine. Ces bandes ont été données par l'Exposition coloniale de Marseille au Laboratoire de Botanique agricole de la Faculté des Sciences de Marseille.

Or tous ces échantillons sont loin de se rattacher exclusivement aux deux types de structure admis par Sadebeck.

---

(1) R. Sadebeck, *Der helle und der dunkle Raphiabast von Madagascar* (*Botanische Jahrbücher*, t. XXXVI).

Nous développerons ces différences dans un travail ultérieur ; nous résumons seulement ici nos principales observations.

Dans les bandes de *Raphia* provenant de Majunga, de Mevatanana, de Nossi-Bé et d'Andevorante, on trouve bien, sous l'épiderme supérieur, des faisceaux larges et rapprochés, qui sont formés, dans la partie moyenne de la feuille, par des fibres à canal étroit, et, à la base, par des fibres à large ouverture centrale.

De même, d'autre part, dans les lanières de Mananjary, de Sainte-Marie et d'Antongil, les faisceaux sont cylindriques et espacés, et constitués dans toute leur longueur par des fibres à lumière toujours étroite.

Mais on ne retrouve plus ni l'un ni l'autre de ces deux types (qui sont les deux types établis par Sadebeck) dans les échantillons d'Ambositra et de Mandritsara, car là les faisceaux, quoique larges et rapprochés (caractère du *raphia clair* de Sadebeck), sont formés, même à leur base, par des fibres à canal réduit (caractère du *raphia sombre*). Inversement, dans les lanières provenant de Vohémar et des provinces des Betsimisaraka, les faisceaux sont cylindriques (caractère du *raphia sombre*), mais constitués à leur base par des fibres à membrane mince (caractère du *raphia clair*).

Nous avons donc ainsi quatre types de structure, et non deux.

Mais, au surplus, si l'on ne tenait compte que des caractères indiqués par Sadebeck, on ne comprendrait pas les différences de résistance des lanières, car il n'y a nulle concordance entre la plus ou moins grande ténacité et les seuls caractères anatomiques relevés par le botaniste allemand.

D'après nos essais, en effet, sont très résistantes les lanières de Majunga (10^{kg}, pour des lanières de $0^{m},80$ de longueur et $0^{m},02$ de largeur), Mananjary (9^{kg}), Sainte-Marie ($8^{kg},500$), Mevatanana (8^{kg}), Mandritsara (8^{kg}) et Vohémar ($7^{kg},800$), et moins fortes, au contraire, les bandes d'Andevorante ($4^{kg},100$), d'Antongil ($4^{kg},100$), de Nossi-Bé ($4^{kg},500$), d'Ambositra ($4^{kg},500$) et des Betsimisaraka (6^{kg}).

Nous croyons que ces différences s'expliquent beaucoup mieux si, au lieu de considérer uniquement la forme et le rapprochement des faisceaux, on envisage surtout le nombre de fibres de chaque faisceau, en même temps que le diamètre total de chaque élément et l'épaisseur de la membrane.

Dans les lanières très résistantes de la première catégorie, les faisceaux sont composés de nombreuses fibres très grosses et à membrane très épaisse.

Dans les lanières plus faibles de la seconde catégorie, régulièrement ces faisceaux sont formés d'un plus petit nombre de fibres, qui sont plus fines et à paroi plus mince.

En résumé, il est permis d'émettre des doutes sur la réalité de l'espèce de *Raphia* créée par Sadebeck, car, en prenant comme points de repère les seuls caractères histologiques donnés par cet auteur, on serait tout aussi bien amené à admettre un plus grand nombre d'espèces.

Or, il est très possible qu'il y ait plusieurs espèces de *Raphia* à Madagascar, et cette supposition est encore confirmée par les fruits que nous avons vus et qui nous ont été envoyés de divers points de l'île. Ces baies cortiquées sont de formes assez différentes entre elles, et les indigènes l'ont bien remarqué, puisque dans une même région, comme celle d'Andriba, ils distinguent le *Raphia lahy* (ou mâle) et le *Raphia vavy* (ou femelle).

Mais nous croyons avoir prouvé qu'il faut d'autres indications que celles que fournit l'anatomie pour préciser le nombre de ces espèces et se décider à en créer de nouvelles.

Une autre conclusion — et non la moins importante au point de vue pratique — qui découlerait de nos essais de résistance ainsi que de nos observations anatomiques, serait que la distinction n'est pas toujours aussi tranchée que veut bien le dire Sadebeck, entre les bandes de *Raphia* de l'Ouest et celles de l'Est.

De la côte Ouest peuvent venir des bandes assez cassantes, et inversement, de la côte Est, des bandes fortes.

Dans ces conditions, il y aurait lieu de s'assurer si certaines provenances de la côte Ouest, comme celle de Nossi-Bé, ne bénéficient pas injustement de la faveur attribuée, d'une manière générale, aux *Raphia* de cette côte et si, de même, certaines provenances de la côte Est ne sont pas, à tort, dépréciées par la faible valeur réelle de beaucoup de *Raphia* de cette région orientale.

ZOOLOGIE. — *Sur les Poissons comestibles du lac Mélah (La Calle, Algérie).* Note de M. J. **Bounhiol**, présentée par M. Alfred Giard.

Dans une précédente Communication [1] j'ai signalé quelques-unes des particularités remarquables que présente le lac Mélah, irrégulièrement saumâtre. J'y ajouterai aujourd'hui quelques brèves indications sur une partie de sa faune, tout entière à étudier, et sur le parti qu'il serait très facile d'en tirer au point de vue économique. Dans un prochain travail, plus étendu, je publierai toute une série d'observations et de documents, qui serviront à établir la première ébauche de son histoire biologique.

Une assez nombreuse population ichthyologique habite le lac Mélah.

(1) Voir *Comptes rendus* du 25 février 1907.

J'y ai reconnu les espèces suivantes :

Labrax Lupus Cuv. et Val.;
Mugil cephalus Linn.;
Mugil capito Cuv. et Val.;
Mugil chelo Cuv. et Val.;
Mugil auratus Riss.;
Chrysophris aurata Cuv. et Val.;
Anguilla Callensis Guich.;
Umbrina vulgaris Cuv. et Val.;
Sargus Rondeletii Cuv. et Val.;
Sargus Salviani Cuv. et Val.;
Sargus annularis Cuv. et Val.;
Solea cinerea Val.;
Mullus barbatus Linn.

Les individus appartenant aux genres *Labrax, Mugil, Chrysophris, Anguilla* représentent, à eux seuls, les huit dixièmes de la population totale. Plusieurs des espèces observées paraissent constituer des variétés très nettes, le *Mugil chelo*, le *Mugil auratus*, le *Chrysophris aurata*, l'*Umbrina vulgaris*, notamment.

J'ai trouvé, en octobre 1906, dans l'estomac des Mulets de nombreux Crustacés et des débris d'Algues et de Naïadées; dans celui des Loups : des débris d'Annélides, des alevins de Téléostéens, des filaments de *Naïa muricata* Delile; dans celui des Daurades : des Isopodes, des Diatomées, des Cladocères, des fragments de Crabes et de petits Mollusques.

Au point de vue de leur maturité sexuelle et de la période de la ponte, j'ai pu préciser, par des séries d'examens de la glande génitale, les périodes de ponte suivantes :

Espèces.	Périodes de ponte.
Labrax Lupus Cuv. et Val.	Du milieu d'août à fin septembre.
Mugil cephalus Linn. *Mugil capito* Cuv. et Val	Du commencement d'août à fin octobre.
Chrysophris aurata Cuv. et Val.	Deux périodes (décembre et janvier, mars et avril) séparées par un mois de stérilité à peu près complète.
Umbrina vulgaris Cuv. et Val.	Du milieu d'avril à fin juin.
Solea cinerea Val	De fin janvier à août.

Si l'on compare ces résultats à ceux déjà signalés par Marion et Gourret à Marseille, par divers naturalistes à Naples, on est frappé par ce fait que,

au lac Mélah, pour ces quelques espèces, *la période de fertilité et de ponte est beaucoup plus longue*.

J'ai noté, d'autre part, que tous ces animaux trouvent, en toute saison, dans le lac, une nourriture abondante, animale et végétale. La rapidité de la croissance, sur laquelle je continue d'intéressantes observations, paraît aussi plus grande.

La population ichthyologique du lac Mélah, si l'on en juge par l'exploitation très primitive dont elle est l'objet, est cependant moins dense que celle des lacs tunisiens. Je montrerai que ce fait tient principalement au régime de températures trop élevées du lac qui cause la mort d'un grand nombre d'œufs et d'alevins. Il tient peut-être aussi aux variations trop brusques de la densité de l'eau ainsi qu'à l'impossibilité des échanges permanents d'adultes et d'alevins entre la mer et le lac.

Toutes ces causes proviennent d'ailleurs de l'absence de communication du lac avec la mer pendant près de la moitié de l'année. Quelques travaux d'aménagement pourraient assurer très facilement la permanence de cette communication et donner ainsi au lac Mélah, avec un régime abaissé et plus régulier de température, une salure plus constante et plus élevée, avec la possibilité d'un empoissonnement normal et facile par la mer.

Pour fixer les idées sur l'importance de ces travaux, je me bornerai à dire que le devis qui vient d'en être fait s'élève à peine à 12000^{fr}. Moyennant cette dépense insignifiante, le lac Mélah deviendra un magnifique bassin de pisciculture naturelle, à grand rendement économique, capable de redonner à la région de La Calle, l'une des plus pittoresques de l'Algérie, la prospérité qu'elle a perdue et dont elle jouissait naguère au temps du corail.

TÉRATOLOGIE. — *Une forme nouvelle de l'évolution anidienne*. Note de M. **Jan Tur**, présentée par M. Alfred Giard.

Nous connaissons actuellement trois formes principales de l'évolution des blastodermes d'oiseau dits « sans embryon » ou anidiens embryonnaires : (*a*) les blastodermes sans embryon et sans aire vasculaire ; (*b*) sans embryon, mais pourvus d'un réseau vasculaire ; (*c*) les blastodermes « zonaux » à aire opaque développée et avec un trou central occupant la place de l'aire transparente. Je crois pouvoir ajouter à ces trois formes une

quatrième : elle consiste en une prolifération exagérée de l'ectoderme de l'aire transparente, qui tend à transformer tout l'écusson embryonnaire en un amas ectodermique très épais et plus ou moins irrégulier. Les linéaments du corps embryonnaire proprement dit ne parviennent pas ici, selon toute apparence, à se constituer, ce qui est le caractère essentiel de l'anidie embryonnaire.

J'ai trouvé un cas très *typique* de cette forme nouvelle de l'anidie dans un blastoderme de Corbeau freux (*Corvus frugilegus* L.). Au centre de l'aire transparente, normalement développée, se trouvait une tache sombre et légèrement allongée, un peu rétrécie dans sa partie postérieure et sillonnée dans toute son étendue par des dépressions très étroites, irrégulières, se ramifiant et s'entrecroisant. L'ensemble de toute cette formation produisait l'impression vague de la surface supérieure du cerveau des gyrencéphaliens.... Pas de trace d'une formation comparable à une ébauche définissable quelconque.

L'examen de coupes sériées montre, en effet, que tout l'écusson embryonnaire est envahi par un amas d'éléments ectodermiques démesurément prolifères, possédant partout les caractères typiques des éléments de la ligne primitive : cellules étroitement serrées les unes contre les autres, à contours indistincts et à grands noyaux très rapprochés. La surface inférieure de cet amas ectodermique (dont l'épaisseur atteignait 110^{μ}!) est nettement séparée de l'ectoderme vitellin sous-jacent; sa surface supérieure abonde en saillies globuleuses de tailles diverses, délimitées par des gouttières étroites.

Ce blastoderme représente jusqu'ici un cas unique; je crois possible de le classer parmi les types de *l'anidie embryonnaire*. La nature précise du processus d'où il dérive est, évidemment, très difficile à déterminer; on pourrait peut-être le rapprocher d'une série de faits empruntés à l'embryogénie du Corbeau freux aussi bien qu'à celle d'autres oiseaux.

M. P.-J. Mitrophanow, en étudiant de nombreux embryons de Corbeau freux ([1]), a observé plusieurs cas de « nœud primitif » (homologue du nœud de Hensen, lequel chez le Corbeau freux, se forme bien avant l'apparition de la ligne primitive), où la prolifération cellulaire paraissait exagérée et touchant à la monstruosité. L'épaisseur d'un de ces « nœuds » atteignait 80^{μ}, Dans le matériel qui me fut obligeamment confié par mon maître, j'ai trouvé plus tard un autre embryon de même stade où cette formation mesurait 120^{μ} d'épaisseur ! On peut se demander si l'apparition de ces « nœuds primitifs » hypertrophiés n'est pas attribuable à un processus analogue à celui qui a provoqué la formation de mon anidien.

([1]) Paul Mitrophanow, *Ueber die erste Entwicklung der Krähe* (*Corvus frugilegus*) (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, t. LXIX, 1901, p. 4).

Chez les embryons de Poule, les cas d'hyperprolifération cellulaire de la ligne primitive sont assez rares.

J'ai cependant trouvé un blastoderme, incubé pendant 20 heures 30 minutes, où la ligne primitive, longue et extraordinairement large, mesurait en épaisseur 196$^{\mu}$. La formation normale, quoique fortement hypertrophiée, conservait sa topographie et ses contours généraux ordinaires. Sans doute, il est difficile de rapprocher directement cette monstruosité de l'anidie proprement dite; néanmoins, nous avons ici une preuve que les premiers linéaments du corps embryonnaire peuvent être le siège d'une activité exagérée. D'autres cas parlent dans le même sens; chez quelques embryons de Poule (1) et, d'une façon presque constante, chez les embryons de Pintade (*Numida meleagris*), la partie caudale de la ligne primitive s'élargit parfois en formant un *nœud caudal*. Dans quelques cas, le *nœud* en question se forme au niveau du passage de l'aire transparente à l'aire opaque, en prenant un aspect et des dimensions tout à fait monstrueuses. Il se constitue là un amas globuleux et irrégulier d'un tissu extrêmement épaissi, purement ectodermique, ainsi que le montrent les coupes sériées; l'épaisseur de ce tissu dépasse 90$^{\mu}$; son apparition coïncide ordinairement avec un très faible développement de la partie antérieure de la ligne primitive. Ajoutons que l'aspect extérieur de ces formations, ainsi que leurs caractères histologiques, offrent une extrême ressemblance avec ceux qui envahissent tout l'écusson embryonnaire de mon anidien de Corbeau freux.

Ainsi, la prolifération de l'ectoderme qui s'effectue au stade de la formation de la ligne primitive et qui, au cours de l'évolution normale, est strictement localisée, peut s'engager dans des voies anormales. Tantôt l'excès de croissance de la masse ectodermique s'accentue tout le long de la ligne primitive, tantôt il reste limité à son extrémité antérieure (*nœud primitif,* chez le Corbeau freux); tantôt il est borné à un développement excessif et irrégulier du *nœud caudal.* Je n'ose pas rapprocher directement ces faits des processus, encore à définir, qui ont produit notre anidien à l'ectoderme excessivement épaissi; mais je ne crois pas impossible qu'une prolifération ectodermique surabondante, en se répandant en dehors du foyer de la gastrulation, ne puisse envahir l'écusson embryonnaire, en le transformant en une masse cellulaire uniformément épaissie. S'il en advenait ainsi nous aurions probablement ici un nouvel exemple de *formation diffuse* (Ét. Rabaud).

Quelles que soit l'origine et la nature du processus, cette forme nouvelle d'anidie embryonnaire touche à l'un des problèmes fondamentaux de la Tératologie générale : à la théorie classique de l'*arrêt* et de l'*excès de déve-*

---

(1) Rückert [*Die erste Entstehung der Gefässe und des Blutes bei wirbeltieren* (*Handbuch* d'Hertwig, 1906, p. 1203)] désigne cette formation sous le nom d'une *verbreiterte Kaudalende des Primitivstreifens,* en la considérant comme le centre formatif de l'aire vasculaire. D'après mes observations, qui vont être publiées bientôt, l'embryon figuré par Rückert représente une forme rare de variation, touchant à la monstruosité.

loppement. Nous avons ici un *excès* indubitable de la croissance de l'ectoderme de l'écusson embryonnaire; mais de cet excès spécial résulte directement un *arrêt* complet des différenciations qui devraient former le corps même de l'embryon.

Cet arrêt des différenciations est typique pour les anidiens (Ét. Rabaud); or, le terme d'*arrêt* ne peut être appliqué ici avec sa signification classique d'une *persistance d'un état embryonnaire antécédent*. Parallèlement à cet arrêt des différenciations organogéniques, l'autre terme du développement, la croissance de la masse embryonnaire, est ici bien loin d'être frappée. [A comparer l'étude de Ét. Rabaud, *Fragments de Tératologie générale. L'arrêt et l'excès de développement* (*Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 1901.)]

ZOOLOGIE. — *Sur l'existence chez les Sipunculides de Schizogrégarines appartenant à la famille des Selenidiidæ*. Note (¹) de MM. L. Brasil et H.-B. Fantham, présentée par M. Yves Delage.

Les Grégarines des Sipuncules n'ont pas échappé aux observateurs. Cuénot, en particulier, signale leur présence chez *Phascolosoma vulgare* Blainv. (²) et, tout récemment, le Professeur Giard appelait l'attention de l'un de nous sur un *Selenidium* qui, à Wimereux, parasite abondamment *Petalostoma minutum* Kef. Nous poursuivions l'étude de ces Grégarines, décidés à ne rien publier avant d'avoir élucidé leur évolution, au moins dans ses grands traits. Une Note de Dogiel (³) nous oblige à rompre le silence plus tôt que nous ne l'aurions désiré.

Dogiel décrit chez *Sipunculus nudus* L. une Schizogrégarine intestinale qu'il nomme *Schizocystis sipunculi*. La Grégarine paraît présenter les caractères structuraux et les mouvements des *Selenidium* des Annélides polychètes, mais le processus de la schizogonie serait très différent de ce qu'ont observé d'une part Caullery et Mesnil, de l'autre Brasil, chez ces *Selenidium*, plus different encore de ce qui se passe chez *Schizocystis gregarinoides* Léger. Chez les *Selenidium* des Annélides, et il semble en être

(¹) Présentée dans la séance du 25 février 1907.

(²) Cuénot, in *Zoologie descriptive*, 1900, t. I, p. 241.

(³) Dogiel, in *Archiv für Protistenkunde*, 1907, Bd. VIII, p. 203.

de même chez *Schizocystis gregarinoides*, le noyau primitif du schizonte ne coexiste pas avec les petits noyaux qui en dérivent. Puis, caractère de haute importance, pour *Schizocystis gregarinoides* le volume du schizonte s'accroît en même temps que le nombre de ces petits noyaux. La Schizogrégarine de Dogiel est donc très dissemblable de celle de Léger. Elle ne peut faire partie du genre *Schizocystis*. Provisoirement nous la placerons dans le genre *Selenidium* à cause de sa forme, de ses stries longitudinales, de ses mouvements. A coup sûr elle appartient à la famille des *Selenidiidæ*.

Les Schizogrégarines que de notre côté nous avons observées, sont représentées par deux espèces. Nous les avons trouvées en abondance à Roscoff et à Luc-sur-Mer chez *Phascolosoma vulgare* Blainv. et chez *P. elongatum* Kef. Ce sont des *Selenidiidæ*. Elles vivent dans le tube digestif, libres dans sa cavité ou fixées sur l'épithélium. Vermiformes, elles sont mobiles à la manière des *Selenidium* des Polychètes. Les deux extrémités du corps sont acuminées et sa surface parcourue par des stries longitudinales. C'est le nombre et la disposition de ces stries qui différencient jusqu'à présent les deux espèces.

La première est de section rectangulaire. Chacune des deux larges faces porte deux sillons longitudinaux étroits, mais profonds, en tout cas très apparents. Les deux autres faces présentent chacune deux et parfois trois stries longitudinales au contraire peu accentuées. Dans cette espèce, que nous avons vu atteindre jusqu'à 350μ en longueur, deux formes existent, reliées d'ailleurs par des intermédiaires : une forme effilée et une forme trapue. Chez les formes effilées, où la largeur peut ne pas dépasser le quinzième de la longueur, le noyau est presque sphérique, déterminant souvent une saillie sur l'effilement du corps. Dans les individus massifs, où la largeur peut atteindre le tiers de la longueur, le noyau est étiré transversalement. L'extrémité antérieure s'acumine brusquement, l'extrémité postérieure progressivement sur une grande longueur pour se terminer aussi en une pointe aiguë. Ce dernier caractère sépare la présente espèce de la Grégarine du Siponcle à laquelle elle paraît par ailleurs ressembler extérieurement beaucoup.

La deuxième Grégarine des Phascolosomes montre à sa surface un grand nombre de fines stries longitudinales également espacées, de 30 à 40. La section du corps est circulaire. Ici encore les deux formes existent, mais les individus les plus grêles ne le sont pas relativement à un degré aussi accentué que dans l'espèce précédente. La largeur ne semble pas s'abaisser au-dessous du huitième de la longueur.

Pour ces deux Grégarines des Phascolosomes, les individus libres dans la cavité digestive ou fixés sur sa paroi sont tous des gamétocytes, les schizontes sont logés à la partie profonde de l'épithélium intestinal. C'est exac-

tement ce qui a lieu chez *Selenidium Caulleryi* Brasil, à l'encontre de ce que Dogiel décrit chez son *Schizocystis* où les schizontes seraient libres dans la cavité intestinale et ne différeraient pas extérieurement des individus demeurant uninucléés. Chez les Phascolosomes, les schizontes forment des kystes ovales faisant à la base de l'épithélium une légère saillie dans le cœlome. Chacun d'eux contient de 30 à 40 mérozoïtes, souvent assez régulièrement rangés en un faisceau. Ces mérozoïtes sont de petits corpuscules claviformes, à peine arqués, longs d'environ 12^{μ}. L'une des extrémités est arrondie, l'autre pointue. Le noyau ovale mesurant $1^{\mu},5$ dans son grand axe est rejeté vers cette dernière. Les mérozoïtes en liberté exécutent les mouvements des corpuscules similaires.

Sur la reproduction sexuée nous savons peu de chose encore, si ce n'est qu'elle semble s'effectuer suivant le schéma bien connu. Nous dirons seulement que pour la Grégarine à fines stries l'accouplement est latéral (il est extrême chez les *Selenidium* des Polychètes); puis que la division nucléaire dans le kyste ne présente pas les particularités décrites chez ces mêmes *Selenidium* par Caullery et Mesnil.

Un dernier mot. Souvent les gamétocytes des Grégarines des Phascolosomes sont eux-mêmes parasités par le Sporozoaire si fréquent chez les *Selenidium* des Polychètes et dont Caullery et Mesnil ont signalé le stade en morula, mais dont il existe beaucoup d'autres états (1), que d'ailleurs nous avons retrouvés presque tous chez les Grégarines des Phascolosomes. C'est là une observation qui n'est pas dépourvue d'intérêt. Nous ne serions pas autrement surpris de voir démontrer un jour que la schizogonie particulière dont Dogiel dote son *Schizocystis sipunculi* fait partie du cycle évolutif d'un tel petit Sporozoaire. Nous connaissons des stades bien voisins. Et cela expliquerait la persistance du noyau primitif dans le schizonte plurinucléé de Dogiel. De nombreux exemples de *Selenidium* parasités nous ont toujours montré le noyau respecté par le parasite et ne finissant par s'altérer que dans les cas d'infection intense.

---

(1) Entre autres les inclusions vues par Léger chez des *Platycystis* (= *Selenidium*) de l'*Audouinia*.

MÉDECINE. — *Réclamation de priorité au sujet d'une Note de M.* Maurice Dupont. Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. d'Arsonval.

Je demande la permission de rappeler que, dans une Note insérée aux *Comptes rendus* du 8 février 1897 sous le titre : *Un nouveau procédé d'électrisation*, j'ai décrit un procédé qui ne diffère pas, au point de vue technique, de celui que M. Dupont a indiqué dans les *Comptes rendus* du 11 février 1907.

PHYSIOLOGIE. — *Physiologie de l'hypophyse du cerveau.* Note de M. C. **Paulesco**, présentée par M. Armand Gautier.

Considérations morphologiques. — Au cours des recherches que nous avons entreprises sur la physiologie de l'hypophyse, nous avons été amené à nous occuper également de la morphologie de cet important organe, afin de trouver, parmi les divers animaux, les sujets les plus convenables à l'opération de l'hypophysectomie totale et partielle.

Nous avons, à cette fin, étudié l'hypophyse dans toute la série des vertébrés (poissons, batraciens, reptiles, oiseaux, mammifères) ([1]) et nous avons constaté que le chat et surtout le chien sont les animaux qui se prêtent le mieux à ces sortes de recherches expérimentales.

L'hypophyse, chez le chien et chez le chat, n'est pas enfermée dans une loge ostéo-fibreuse et peut être facilement extirpée. Elle se compose de deux portions ou lobes :

1° Le lobe nerveux central, dont la substance se continue directement avec l'infundibulum du cerveau, et dans lequel se prolonge un diverticule du troisième ventricule;

2° Le lobe épithélial, formé de deux couches :

a. Une couche dite *médullaire* qui entoure immédiatement le lobe nerveux;

b. Une couche dite *corticale* ou *périphérique*, qui est séparée, par une fente circu-

---

([1]) Pour de plus amples renseignements sur la morphologie et la physiologie de l'hypophyse, voir une brochure qui va paraître prochainement : Paulesco, *L'hypophyse* (Vigot, édit.), Paris, 1907. Cette publication contient aussi une introduction historique, la description des divers procédés d'hypophysectomie, ainsi que l'exposé détaillé de faits expérimentaux.

laire, de la couche médullaire sous-jacente avec laquelle elle se continue au niveau du pédicule de l'organe. Cette couche corticale fait défaut au niveau de l'extrémité inférieure de l'organe où le lobe nerveux vient en contact immédiat avec le périoste de la selle turcique auquel il adhère.

L'hypophyse reçoit ses vaisseaux du polygone artériel de la base du cerveau; une petite artériole, qui l'aborde par son extrémité inférieure, lui vient de la selle turcique.

Hypophysectomie. — L'hypophysectomie a été pratiquée sur divers animaux : la grenouille, la poule, le lapin et surtout le chien et le chat.

Les procédés opératoires employés par les auteurs peuvent être groupés en trois catégories, suivant que l'hypophyse est abordée :

1° Par la *voie buccale* (Marinesco, Vassale et Sacchi, Caselli, Gatta, Friedmann et Mass, Dalla Vedova, Gaglio, Pirrone);

2° Par le *haut du crâne* (Gley, Lomonaco et Van Rynberk);

3° Par la *fosse sphéno-palatine* (Caselli, Fichera, Pirrone).

Mais, en présence des résultats contradictoires fournis par ces procédés, nous avons cru devoir reprendre ces recherches par une méthode nouvelle qui évite les inconvénients des méthodes précédentes (infection d'origine buccale, lésions cérébrales, hémorragies, etc.), et nous avons imaginé d'aborder l'hypophyse par la *voie temporale*.

Procédé opératoire. — Notre procédé comprend neuf temps :

1° Incision cutanée sur la ligne médiane;

2° Incision des muscles temporaux des deux côtés parallèlement à leur insertion supérieure; mise à nu de l'os temporal dont on détache, avec une rugine, le segment inférieur du muscle sectionné;

3° Résection de l'arcade zygomatique droite;

4° Trépanation bilatérale du crâne et formation de deux larges fenêtres osseuses temporales;

5° Incision de la dure-mère;

6° Soulèvement du cerveau à l'aide d'un écarteur spécial;

7° Ablation de l'hypophyse que l'on détache du cerveau et de la selle turcique avec une petite curette;

8° Sutures musculaires, aponévrotique et cutanée;

9° Pansement aseptique.

L'opération, en tant que traumatisme, est d'une inocuité absolue, ainsi que le prouvent trois expériences comparatives dans lesquelles les animaux, qui ont subi cette opération mais dont l'hypophyse est demeurée intacte, ont survécu indéfiniment sans présenter aucun désordre appréciable.

Résultats. — *a.* L'*hypophysectomie totale* est suivie, à bref délai, de la mort de l'animal. La durée moyenne de la survie est de 24 heures (24 expériences).

Quand la survie est plus longue (elle peut être même indéfinie), on trouve à l'autopsie des débris de la portion épithéliale de l'hypophyse, parfois minimes et même microscopiques, qui ont échappé à la destruction et sont demeurées vivaces (14 expériences).

L'insuffisance du fonctionnement de l'hypophyse, à la suite de l'hypophysectomie totale ou presque totale, ne se manifeste par aucun désordre particulier et, dans les cas de survie prolongée, il ne se produit aucun trouble trophique appréciable au niveau des extrémités (museau, membres).

b. Hypophysectomies partielles. — L'ablation d'une partie de la substance corticale du lobe épithélial de l'hypophyse permet la survie indéfinie de l'animal et ne donne lieu à aucun désordre manifeste (3 expériences).

Par contre, l'ablation de toute cette portion de l'hypophyse équivaut à l'hypophysectomie totale ou presque totale (7 expériences).

L'ablation du lobe nerveux de l'hypophyse est compatible avec la survie indéfinie de l'animal et ne produit aucun désordre appréciable (5 expériences).

Nous avons exécuté aussi quelques *expériences comparatives* qui démontrent que :

a. L'ouverture du troisième ventricule n'est pas mortelle (3 expériences

b. Les lésions de la base du cerveau, au pourtour de la région infundibulaire, ne constituent pas non plus une cause de mort rapide (4 expériences);

c. La séparation de l'hypophyse de la selle turcique est une opération anodine (3 expériences);

d. Par contre, la séparation de l'hypophyse de la base du cerveau équivaut à une hypophysectomie totale ou presque totale (6 expériences).

En résumé, l'hypophyse est un organe indispensable à la vie, son absence étant rapidement mortelle. Des diverses parties qui la constituent, la plus importante, au point de vue fonctionnel, est la couche corticale du lobe épithélial.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'absorption intestinale, la formation et l'utilisation des réserves chez les Rotifères.* Note de M. P. DE BEAUCHAMP, présentée par M. Yves Delage.

Les animaux transparents sur lesquels il est possible d'observer directement pendant la vie les phénomènes intimes de l'absorption et de la secrétion peuvent nous fournir sur eux des données fort intéressantes et nous éviter les erreurs dues aux précipités et artefacts divers que produisent les réactifs histologiques. Les expériences dont il s'agit ici ont été faites sur *Hydatina senta* (O.-F. Müller), nourrie exclusivement de petits Infusoires *incolores* pour éviter les complications introduites dans les processus digestifs par la présence de pigments tels que la chlorophylle, et que j'aurai plus tard l'occasion d'étudier; en même temps que l'observation sur le vivant avec l'aide de la coloration vitale au neutralrot, j'ai employé la méthode des coupes et les colorants usuels.

L'estomac de la jeune Hydatine au sortir de l'œuf est formé par une seule couche de cellules régulièrement ordonnées, sans basale ni plateau nets, mais tapissées intérieurement de cils longs et délicats. On peut distinguer dans leur protoplasma une partie proximale finement granuleuse, une partie distale homogène où se trouve le noyau arrondi, à karyosome unique. Les limites cellulaires, peu nettes pendant la vacuité de l'estomac, existent pourtant, contrairement à une opinion courante. Si l'on alimente l'animal, on voit très vite (au bout d'une demi-heure à peine) apparaître dans la partie interne une couche de grains très fortement colorés dans leur ensemble, mais dont quelques-uns déjà sont incolores. Ils augmentent rapidement en taille et en nombre, finissent par envahir la partie externe de la cellule qu'ils distendent et passer en dehors du noyau. Leur taille et leur disposition sont très variées, mais, au moins au début, les plus petits sont en dedans, formant une couche très serrée qui borde la lumière, les plus gros en dehors, en un amas latéral au noyau. A ce stade, réalisé au bout de quelques heures, ils sont presque tous incolores, les plus internes seuls légèrement rosés par le neutralrot, et très réfringents, rendant l'estomac absolument opaque dans son ensemble. Leur aspect pourrait les faire prendre pour de la graisse dont les distinguent nettement leurs réactions chimiques et histologiques qui sont celles des albuminoïdes. Insolubles dans l'eau, ils résistent à l'action des acides, mais se dissolvent aisément dans les alcalis dilués. Sur les coupes, ils se montrent basophiles, prennent avec plus ou moins d'intensité l'hématoxyline ferrique, la safranine, le magenta, le bleu Unna.

En plus de ces globes albuminoïdes stomacaux, il existe chez *Hydatina* deux autres substances de réserve : la graisse et le glycogène. La première commence à apparaître

au bout de 1 heure et demie ou 2 heures, longtemps après les globules protéiques et sans doute à leurs dépens, bien que ceux-ci ne subissent pas une transformation directe : on voit dans la partie la plus externe de la cellule, en dehors d'eux et du noyau, apparaître de très fines gouttelettes graisseuses qui grossissent peu à peu et arrivent à constituer une couche unique de globules de taille variée, mais uniformément répartis sur toute la surface de l'estomac. Il s'en produit ensuite dans les organes les plus voisins, glandes gastriques, œsophage et intestin, vitellogène, où elle reste à l'état de très fines gouttelettes, plus rarement dans les autres organes. Le glycogène semble apparaître en même temps à peu près que la graisse; mais à l'inverse de celle-ci, il n'existe pas en quantité appréciable dans le tube digestif, tandis qu'on le décèle aisément, à l'état dissous, dans les renflements hypodermiques de l'organe rotateur, les muscles (dans le corps cellulaire plutôt que dans la fibre même), l'œuf en voie de formation, en dernier lieu dans les néphridies.

Si maintenant on soumet au jeûne l'animal en expérience, on voit les globes albuminoïdes de l'estomac disparaître en quelques heures : ils perdent leur réfringence caractéristique, se gonflent, puis diminuent de taille et redeviennent colorables par le neutralrot; au bout de 12 ou 15 heures il n'en reste plus et l'estomac est redevenu mince, transparent et incolore. Le glycogène disparaît à peu près en même temps. La graisse commence à se résorber seulement après eux : on voit les gouttelettes stomacales diminuer de taille, prendre une forme irrégulière et confluer dans chaque cellule en un amas unique sans forme définie, d'une réfringence particulière, qui finit lui-même par disparaître complètement; le processus entier dure 8 à 9 heures [1]. Celle des autres organes résiste longtemps à l'inanition. On peut en réalimentant l'animal faire reparaître toutes ces formations.

En résumé, l'organisme des Rotifères (des observations éparses sur un grand nombre d'espèces de familles diverses me permettent, dès à présent, de généraliser les résultats de l'étude suivie faite sur l'Hydatine) est capable de mettre en réserve chacune des trois grandes classes d'aliments, sous forme : 1° de globules protéiques confinés dans la paroi stomacale, réfringents, basophiles, vitalement colorables seulement pendant leur élaboration ou leur digestion; on peut les envisager aussi comme un stade de l'absorption, mais ils ne sont bien développés que chez les animaux très abondamment nourris; 2° de glycogène dans les organes autres que le tube digestif, surtout les plus actifs, et qui est lui aussi rapidement consommé pendant l'inanition; 3° de graisse, dans le tube digestif surtout, mais aussi dans les organes voisins, qui constitue une réserve plus stable et plus facile à reconnaître, et pour ce motif la seule qui eût été signalée jusqu'ici.

---

(1) Bien entendu ces durées sont extrêmement variables avec les conditions de l'expérience et ne sont indiquées que pour fixer les idées; elles se rapportent à des expériences faites à la température de 16°-17°.

PHYSIOLOGIE. — *Rôle de l'intestin dans la fibrinogenèse.* Note de MM. M. DOYON, CL. GAUTIER et A. MOREL, présentée par M. Dastre.

I. Mathews, Corin et Ansiaux ont localisé l'origine du fibrinogène dans l'intestin. Nous apportons des faits qui sont contraires à cette opinion. Ces faits sont les suivants :

1° L'ablation totale de l'intestin ne modifie pas la teneur du sang en fibrine. On constate cependant, en général, une augmentation de la teneur de cette substance dans le sang.

2° Chez un animal dont le sang a été défibriné, il se reforme de la fibrine malgré l'ablation de l'intestin.

Expériences.	Intervalle entre les deux prises.	Pour 1000g de sang artériel : Fibrine avant.	Fibrine après.		Eau avant.	Eau après.	
	h m	g	g	g			
1....	14	2,1	2,6	»	»	»	»
2....	10.30	1,5	1,8	»	»	»	»
3....	10.30	3,98	3,7	»	»	»	»
4....	7.35	4,54	4,96	»	786	789	»
5....	8.20	2,73	2,68	»	787	744	»
6....	6.45	3,30	3,10	»	804	810	»
7....	12	2,28	2,41	»	822	796	»
8....	11	2,51	2,92	»	778	752	»
9....	7	2,32	2,38 3h après	2,32 7h après	786	779 3h après	778 7h après

Teneur du sang en fibrine après l'ablation de l'intestin chez le chien. — Dans chaque cas on a prélevé deux échantillons de sang exactement pesés, de 20g environ chacun. Un premier échantillon était prélevé, soit avant l'opération (nos 1, 2, 3), soit immédiatement après (nos 4 à 9); un second, le plus tard possible, lorsqu'il était manifeste que l'animal ne tarderait pas à succomber. Dans l'expérience 9 l'animal a été tué alors qu'il paraissait encore en excellent état; de plus, on a fait trois prises de sang à différents intervalles.

Expériences.	Avant la défibrination : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Immédiatement après : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Plusieurs heures après : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Nombre d'heures après.
1.......	3g	787g	0g,081	782g	0g,19	793g	4h30m
2.......	1,37	773	0,11	764	0,65	765	5

Expériences.	Avant la défibrination : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Immédiatement après : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Plusieurs heures après : Fibrine pour 1000g.	Eau pour 1000g.	Nombre d'heures après.
3.......	g 1,79	g 784	g 0,187	g 761	g 1	g 782	h m 5.45
4.......	1,43	789	0,033	783	0,331	784	5.40
5.......	2,52	800	0,11	774	1,10	786	7.45
6.......	2,02	793	0,250	778	1,65	790	7.30

Régénération de la fibrine chez le chien défibriné et privé de son intestin. — L'intestin est excisé, puis le sang est défibriné suivant le procédé de Magendie et de Dastre. Ce procédé consiste à pratiquer des saignées successives, à défibriner le sang et à réinjecter le sang défibriné.

Dans chaque expérience on a prélevé trois échantillons de sang, exactement pesés, de 20g environ pour y doser la fibrine. Le premier échantillon était prélevé après l'extirpation de l'intestin, avant toute défibrination; le deuxième immédiatement après la défibrination; le troisième plusieurs heures après. Le sang recueilli après la défibrination est resté liquide, dans tous les cas; le sang recueilli plusieurs heures après la défibrination s'est pris en mare, sauf dans les expériences 1 et 4.

Nous avons pratiqué l'ablation de l'intestin non seulement chez le chien, mais aussi chez la grenouille. Chez la grenouille tout le tractus était réséqué de l'œsophage au cloaque, sauf cependant une très minime portion, privée de toute connexion vasculaire, où s'abouche le cholédoque. Les sujets ont été sacrifiés à des intervalles divers, un au bout de vingt-trois jours. Dans tous les cas le sang a coagulé totalement.

GÉOLOGIE. — *Les laves et les minéraux des volcans de la chaîne des Puys. Age et cause des éruptions.* Note de M. **Ph. Glangeaud**, transmise par M. Michel Lévy.

On doit à M. Michel Lévy une étude remarquable sur la nature des laves émises par les volcans de la chaîne des Puys.

Ces laves sont très variées : elles oscillent des trachytes à 62 pour 100 de silice aux basaltes à 50 pour 100. Beaucoup de coulées miocènes sont encore plus basiques. Il existe tous les passages entre les andésites, les labradorites et les basaltes, qui sont généralement très feldspathiques; mais il existe aussi des types à pyroxène dominant. Certains types ont également une tendance marquée à la structure ophitique.

M. Michel Lévy a signalé l'existence du péridot microlitique dans toutes ces roches, sauf les basaltes. Les laves de la petite chaîne des Puys sont des basaltes, et des basaltes passant aux labradorites. Dans la chaîne des Puys les labradorites dominent, puis viennent les basaltes et les andésites. La plupart des volcans ont fourni plusieurs coulées superposées, atteignant jusqu'à 50^m de hauteur, souvent de nature différente, et alternant parfois avec des projections.

Les émissions basaltiques ont presque toujours précédé les émissions labradoriques ou andésitiques.

La Nugère, le Pariou, Laschamp, Lontegy ont donné d'abord des basaltes, puis des andésites.

Les Puys de Côme, Balmet, Montgy, Louchadière ont fourni des basaltes, puis des labradorites. Il y a eu rarement récurrence de basaltes.

Les laves de la Raviole vont des andésites aux basaltes. Presque tous les volcans du sud de la chaîne sont basaltiques (La Vache, Lassolas, Charmont, La Taupe, La Rodde, etc.).

Les *minéraux de fumerolles* les plus fréquents sont : le fer *oligiste*, la *martite* et la *magnétite*. J'ai eu la bonne fortune de trouver des minerais de cuivre (*ténorite*) et des minerais de plomb phosphaté (*pyromorphite*) et arséniaté (*mimétèse*). On recueille aussi assez fréquemment de la *biotite* et des *pyroxènes verts*.

M. Lacroix a signalé à Gravenoire une série très intéressante de silicates de fumerolles, comprenant notamment : *augite, augite œgyrinique, biotite, labrador, andésine, anorthose*, accompagnés d'*apatite, magnétite* et *pseudobrookite*.

Tous ces minéraux se retrouvent au Vésuve; ils résultent de l'action directe des fumerolles ou des minéralisateurs sur les roches arrachées de la profondeur.

Volume des produits émis. — J'ai fait le calcul approximatif des produits (projections et laves) émis par les volcans de la chaîne des Puys et de la petite chaîne des Puys.

Le *Puy de Dôme* est le roi de la première avec sa masse rocheuse de 550^m de haut, dont le volume peut être évalué à 400 millions de mètres cubes. Le *Puy de Côme*, qui est un des plus gros volcans à cratère, a émis 150 millions de mètres cubes de scories et plus de 350 millions de mètres cubes de laves.

Les coulées de la *Nugère* n'atteignent pas 100 millions et celles du *Pariou* 30 millions. Beaucoup de volcans n'ont donné que quelques milliers et, parfois, seulement quelques centaines de mètres cubes de lave.

La somme totale des laves émises se chiffre environ par 1 milliard 500 millions de mètres cubes et celle des projections par 5 milliards 500 mille. Il faut y ajouter la masse considérable des cendres rejetées, entraînées ensuite par l'eau et le vent, et dont on trouve de nombreux amas dans la région, à 10^{km} et 12^{km} des points éruptifs. La fertilité du sol de la Limagne est due, en partie, à ces cendres volcaniques, riches en phosphore. On est très au-dessous de la vérité en évaluant le volume de ces cendres à 1 milliard de mètres cubes. Le volume total des produits émis est donc environ de 8 milliards de mètres cubes.

L'œuvre de l'érosion. Sources. Glacières naturelles. — L'érosion a agi très différemment sur les deux versants de la chaîne. Tandis, en effet, que, sur le versant de la Sioule où la pente est faible, les coulées largement étalées de lave sont dans un état de fraîcheur remarquable, qui fait songer aux coulées des volcans actuels, sur le versant de la Limagne, les coulées, très encaissées dans de profondes vallées pliocènes, ont subi l'action destructive de torrents rapides qui les ont, en partie, démantelées et se sont creusé un nouveau lit en leur milieu ou à côté d'elles. Le fond du thalweg ancien a même été entamé à son extrémité dans la Limagne, de sorte que les coulées surplombent les terrains environnants quelquefois de plus de 10^{m}.

Sous les coulées, comme sous des tunnels, circulent des ruisseaux qui forment des *sources* remarquablement pures et fraîches à leur point d'émergence.

En maints endroits il se produit, durant les fortes chaleurs de l'été, et à ce moment seulement, un phénomène des plus curieux : celui de formation de la *glace*. J'ai déjà expliqué ici que cette production de glace était due à une montée de l'eau, par capillarité, dans la lave poreuse, et à une évaporation d'autant plus grande qu'il faisait plus chaud.

Age et cause des éruptions. — Les études de Croizet, Pomel, Pommerol et M. Boule, basées sur des documents paléontologiques et préhistoriques, permettent de penser que l'âge moyen des éruptions de la chaîne des Puys est *Quaternaire moyen*. Celles de la petite chaîne des Puys, étant un peu antérieures, doivent appartenir au *Quaternaire inférieur*. Enfin, les volcans domitiques ont dû s'édifier soit à la *fin du Pliocène,* soit au *début du Quaternaire.*

Si l'on veut bien se rappeler que la chaîne des Puys est installée sur un gradin élevé, au pied de la clef de voûte d'un pli anticlinal morcelé, que les volcans paraissent bien alignés sur des diaclases anciennes, il est permis de croire que l'activité volcanique dut être provoquée par le tassement des voussoirs des deux régions effondrées, situées en contre-bas, qui encadrent cette chaîne.

L'*activité éruptive se serait déplacee et peu à peu rapprochée de l'axe de l'anticlinal* depuis le Miocène jusqu'au Quaternaire.

J'ai calculé que, pour amener la sortie des 8 millards de mètres cubes

de matières rejetées par les volcans des Puys (projections et laves), il eût suffi d'un affaissement de 4^m de la région environnante, ce qui est peu de chose eu égard à la dénivellation totale produite par les failles, durant le Pliocène, puisque cette dernière se chiffre par plus de 500^m.

GÉOLOGIE. — *Sur les schistes et les quartzites graphitiques de Berric et sur leurs relations avec ceux du Morbihan, de Sarzeau-Guérande et de Belle-Ile* (¹). Note de M. **Pussenot**, présentée par M. Barrois.

Des environs de Berric partent vers l'Est deux bandes graphitiques.

La première se recourbe vers l'Est-Sud-Est au hameau de Saint-Jean et forme aux flancs des vallées qu'elle longe des ellipses allongées, noir bleuâtre et stériles. A partir de la ferme de Kerbodo (²), elle s'amincit graduellement et n'est bientôt plus représentée, dans les micaschistes de la ligne de faîte déchiquetée qui s'en va par le nord de Fogleux dans la direction de Saint-Dolay, que par des lits de quelques centimètres d'épaisseur conservant leur individualité.

La seconde, interrompue entre Kervily et la Grée-Bougerel par une traînée de granulite, s'amoindrit progressivement et disparaît aux environs de Tré. Sa réapparition est marquée par de minces couches dans le chemin qui relie le moulin et le hameau de Kerbrin. Au delà de ce point, elle s'étend parallèlement à la première en prenant peu à peu du développement, atteint sa plus grande puissance entre Péaule (³) et le Château et finit dans les schistes de la rive gauche de la Vilaine.

Une troisième dont l'apparition au jour en ligne droite est due à une faille, réunit les deux premières entre Bézy et Libunin et prouve ainsi qu'elles appartiennent à un même niveau plissé en synclinal. C'est ce que confirme

(¹) Pour suivre cette étude, la feuille de Vannes et la feuille de Quiberon de la Carte géologique de France au $\frac{1}{80000}$ par M. Ch. Barrois sont indispensables.

(²) On observe là, à 500^m environ de la zone de contact d'une granulite, un très riche gisement de cristaux d'andalousite développés parallèlement aux feuillets du schiste. Les plus remarquables ont 3^{cm} de longueur et près de 2^{cm} de largeur; quelques-uns sont obliques.

(³) A Les Ponts affleure, au bord de la route, un micaschiste passant au gneiss, riche en fer magnétique, identique à celui qu'on exploite près de Saint-Jean pour l'entretien des routes.

d'ailleurs l'inclinaison des couches vers le Sud à Keredren et à la Grée-Trévolo (route de Berric à Questembert), vers le Nord à Brangolo et dans les environs. Ce pli a été envahi vers le Nord-Ouest, suivant son axe, par une traînée de granulite sous laquelle au delà mais non loin de Berric ses deux bords charbonneux se rejoignent ou finissent. C'est pour cette raison qu'on ne rencontre pas dans la direction de Pluvigner de lits graphitiques interstratifiés dans les multiples lambeaux micaschisteux comme à Locqmariaker ou à la Trinité, ou incorporés au magma granitique lui-même comme à Guérande.

Enfin, quelques affleurements peu riches mais assez larges s'observent entre Noyal-Muzillac et le sud de Bourgerel. Ils indiquent que les limites du niveau défini par le tracé précédent s'étendaient du côté de la voûte des Cornouailles.

Chacune des bandes est généralement composée de deux à quatre lits de $0^m,50$ à 6^m d'épaisseur, irrégulièrement espacés sur une largeur qui peut atteindre 150^m. Ces dispositions s'observent aisément à la Grée-Bourgerel, Lubinin, La Vallée, pour ne citer que les points dont l'accès est le plus facile.

Nulle part, dans ces lits, le graphite ne se rencontre en paillettes cristallines; mais on l'observe à tous les autres états, dans des espaces même restreints, soit avec son compagnon habituel, le fer, à divers degrés d'oxydation, soit associé aux éléments constituants des roches ou les pénétrant intimement. Tantôt il apparaît sous forme d'écailles gris de fer disposées entre les feuillets micaschisteux en lits minces dans le plan desquels, à la Grée-Bourgerel et à Bézy, se sont développés des cristaux d'andalousite épigénisés en damourite; tantôt il se montre en amas lenticulaires (le Château) de quelques décimètres d'épaisseur, noir grisâtre, micacés, argileux et compacts, rappelant les noyaux des bandes du Morbihan; tantôt enfin, et c'est là le cas le plus général, il colore en noir des quartzites massifs et uniformes.

En résumé, des lits de schistes graphitiques, de quartzites noirs et uniformes diversement groupés, forment dans les micaschistes ζ^2 de Berric un niveau unique intimement relié aux schistes de Saint-Dolay (phyllades de Saint-Lô, X).

Les bandes graphitiques de Berric et du Morbihan ont une structure identique, mais elle ne leur est pas spéciale, car on la retrouve sans modifications appréciables dans celles des schistes cristallins ζ^2 de Sarzeau-Guérande et dans celles des schistes X de Belle-Ile. Elle témoigne ainsi pour toutes d'un même mécanisme de formation.

La roche dominante dans les lits graphitiques de Sarzeau-Guérande et de Belle-Ile est un quartzite noir, à caractères lithologiques constants, en tous points semblable à celui de Berric. Cette analogie ne peut s'expli-

quer que par les effets d'une même cause, le métamorphisme, sur des sédiments de même composition chimique.

Les quartzites des lits du Morbihan, parfois bien développés, paraissent devoir être rangés à part à cause de l'état cristallin de leur graphite. Mais on observe aux environs de Brech, dans une roche de plus en plus granitoïde, toutes les variétés du minéral entre l'enduit charbonneux et la paillette flexible. C'est donc encore au métamorphisme qu'il faut attribuer son état spécial. Les quartzites dans lesquels il est disséminé doivent être considérés comme une variété de la roche dominante des lits précédents.

De ces relations de similitude ressort une partie des traits distinctifs de la région considérée, qui se présente alors de la manière suivante : Les micaschistes ζ^2 de Guérande-Sarzeau prolongés par les gneiss $\xi^2 y^1$ du Morbihan s'appuient directement contre le flanc Sud de la voûte des Cornouailles ; à quelques kilomètres de distance ceux de Berric prolongés par ceux de Meucon s'appuient directement contre le flanc Nord de la même voûte. Dans ces deux formations affleurent des bandes à structure identique et dans chacun des lits qui composent ces bandes, la roche dominante est un quartzite noir à caractères lithologiques constants.

Ce court exposé suffit pour montrer que les bandes graphitiques situées de part et d'autre de la voûte des Cornouailles marquent les affleurements des lambeaux d'un niveau unique.

Les quartzites de Belle-Ile appartiennent à ce niveau tant à cause de leurs caractères lithologiques et de leur structure, que de leurs gisements, alternant avec des bancs de quartz à séricite qu'on retrouve à Piriac où ils occupent la même position statigraphique.

Conclusions. — Les schistes et quartzites graphitiques qu'on observe de la rivière d'Etel à l'embouchure de la Loire et de Questembert à Belle-Ile sont les restes d'un même niveau dont les différentes couches s'intercalent et finissent, sur les bords de la Vilaine, dans les schistes de Saint-Dolay (Phyllades de Saint-Lô, X).

Les micaschistes et gneiss granulitiques ζ^2 et $\zeta^2 y^1$ qui les renferment sont donc bien des sédiments précambriens plus ou moins modifiés.

Quant au graphite, sa distribution par lits et ses variétés sans limites tranchées dans de nombreux affleurements prouvent qu'il ne peut avoir pour origine que des composés organiques disséminés dans les sédiments et diversement métamorphisés.

HYDROLOGIE. — *Sur les clues de Provence et sur les irrégularités des courbes d'équilibre des cours d'eau.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

En matière d'érosion par l'eau courante, nul ne conteste plus que l'intensité de l'affouillement dépende à la fois et solidairement de la vitesse d'écoulement et de la nature des roches attaquées; on reconnaît que l'inégalité de résistance des divers terrains d'un thalweg peut faire obstacle à l'établissement régulier d'un profil d'équilibre continu; et il est même admis que les schistes tendres, par exemple, sont affouillés plus rapidement que les roches stratifiées ordinaires des calcaires.

L'étude des rivières torrentielles, effectuée, non pas par à peu près, depuis les rives ou berges, mais avec précision dans leur lit même, au milieu de l'eau et des manifestations variées qui entravent son travail, permet de bien confirmer la première des trois propositions ci-dessus, de généraliser considérablement la seconde et de tenir la troisième pour tout à fait inexacte.

C'est, du moins, ce qui résulte de mes recherches de 1905 et 1906 au fond de plusieurs *clues* ou cañons des Alpes-Maritimes, du Var et des Basses-Alpes.

Dans le grand cañon du Verdon (calcaires du Jurassique supérieur) la pente est de $7^{m},33$ pour 1000^{m} sur 21^{km} (de 603^{m} à 450^{m}), et le profil du lit très irrégulier (depuis les rapides en forme de cascatelles jusqu'aux bassins profonds de plusieurs mètres) (voir *Comptes rendus,* 5 mars 1906).

De même, le Var moyen, en zones calcaires et crétacées, est à la pente de 8^{m} pour 1000^{m} du confluent de la Vaire (pont de Gueydon, alt. 530^{m}) à celui de la Vésubie (alt. 140^{m}, distance 48^{km}), et son profil en long est très tourmenté.

Un peu plus haut, au contraire, dans les épais schistes rouges permiens argileux, tendres et très fissiles (étudiés par M. Léon Bertrand), le Var a creusé un défilé extraordinairement étroit (6^{m} à 9^{m}) et profond de 200^{m} : ce sont les gorges de Daluis, qu'on n'a pas bien décrites encore, parce qu'on ne peut les parcourir qu'en marchant dans l'eau du fleuve (durant un mois par an à peine, aux plus basses eaux d'août), et au grand risque d'y être noyé par le moindre orage. Le 14 septembre 1906, j'y ai trouvé, pour 5^{km} de longueur (entre 650^{m} et 750^{m} d'altitude), une pente de 20^{m} pour 1000^{m}, et un profil en long *remarquablement uniforme :* nulle part, l'eau n'a plus de 1^{m} de profondeur ; les marmites de géants, rapides, perforations, éboulis, etc., y font presque absolument défaut ; le contraste avec les accidents habituels au calcaire est tout à fait saisissant : malgré leur moindre dureté, la plus grande homogénéité des

schistes a abouti, de façon presque paradoxale, à une pente plus raide, c'est-à-dire à un creusement moindre que dans les calcaires immédiatement voisins.

Mêmes remarques pour les deux gorges du Cians, du reste beaucoup plus torrentielles encore : l'inférieure, dans les calcaires jurassiques et crétacés, s'abaisse de 200^{m} (550^{m} à 350^{m} d'altitude) pour 8^{km}, soit 25 pour 1000; la supérieure, dans les mêmes schistes rouges permiens que Daluis, descend de 600^{m} (1150^{m} à 550^{m} d'altitude) sur 8^{km} aussi, soit 75 pour 1000.

Ainsi, *le profil en long des clues du Var et du Cians est de deux et demie à trois fois plus accentué dans les schistes que dans les calcaires*, contrairement à ce que l'on enseigne actuellement.

On ne saurait, d'aucune manière, et pour considérer un tel résultat comme exceptionnel, invoquer des causes spéciales topographiques; dans les clues en question toutes choses sont égales par ailleurs : leur situation dans le bassin moyen du cours d'eau, leurs distances de la source et de la mer, l'analogie de leurs débits et de leurs crues (Verdon, 6$^{m^3}$ à 1400$^{m^3}$ par seconde; Var, 3$^{m^3}$,5 à 1300$^{m^3}$; Cians, 3$^{m^3}$,5 à 1200$^{m^3}$), leurs altitudes communes aux environs de 500^{m}, etc., les rendent aussi comparables qu'il est permis de l'exiger.

La véritable explication est double et très simple : d'abord les calcaires, *fissurés en grand*, se débitent en volumineuses masses, dont les débris, entrechoqués et fragmentés dans leur transport, accroissent d'autant la force mécanique contondante de l'eau courante; ensuite le calcaire est, bien plus que le schiste, sensible à l'attaque chimique, ou corrosion, de l'eau toujours un peu chargée d'acide carbonique. La rapidité d'évolution d'un lit calcaire tant soit peu torrentiel est donc beaucoup plus considérable qu'on ne l'a cru jusqu'ici (voir *Comptes rendus*, 18 juin 1906) : dans une seconde exploration au fond du grand cañon du Verdon, nous avons, M. Janet et moi (août 1906), constaté des modifications surprenantes, aussi nombreuses que profondes, réalisées par les crues d'une seule année. J'ajouterai que les rapprochements suivants s'imposent :

Le Dr J.-W. Spencer a tout récemment prouvé (1900-1905) qu'au Niagara, le recul de la chute canadienne est dû, non pas uniquement à la sape régressive des schistes et grès tendres du pied de la cataracte, mais encore à l'érosion directe des calcaires durs et fissurés du sommet de la chute.

Le professeur L. de Marchi vient d'accumuler les preuves, dans un travail (1905) sur les cours d'eau des collines Euganéennes (près Padoue), des irrégularités extrêmes des profils en long et en travers des cours d'eau, selon que les terrains traversés sont homogènes ou hétérogènes.

Enfin, de toutes nouvelles études sur le lit et les crues du Nil démontrent aussi combien la courbe du fond de ce fleuve est encore loin de son aplanissement.

Tout cela concorde singulièrement pour établir : 1° que les schistes, même tendres, peuvent résister à l'érosion plus longtemps que les calcaires durs et fissurés; 2° que les cours d'eau y acquièrent un profil en long bien moins accidenté, même s'il est plus raide; 3° que les bosses, imposées à la courbe idéale d'équilibre (en cours de régularisation) des cours d'eau par la diversité des terrains, sont plus fortes et plus persistantes encore qu'on ne le pense, et constituent une règle plutôt qu'une exception; 4° et qu'en conséquence l'approfondissement, en amont des bosses surtout, se poursuit toujours très activement, ce qui empêche, accessoirement et absolument, de croire à l'arrêt actuel du creusement des vallées.

Il importerait de tenir compte de ces particularités, pour la pratique et la technique des barrages, digues, quais, piles de pont, batardeaux, fondations d'usines hydrauliques, écluses, etc., et autres ouvrages exposés à l'action érosive des cours d'eau.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la diminution de l'intensite du champ magnétique terrestre en fonction de l'altitude, dans le massif du mont Blanc.* Note (¹) de M. **A. Senouque**, présentée par M. Janssen.

J'avais à ma disposition les boussoles de déclinaison et d'inclinaison ayant servi autrefois à M. d'Abbadie, dans ses campagnes magnétiques. Les résultats de mes observations sont consignés dans le Tableau ci-dessous.

Toutes ces observations ont été corrigées de la variation diurne et ramenées au 1er septembre 1906.

Valeurs absolues des éléments magnétiques au 1er septembre 1906.

Stations.	Altitude.	Longitude E.	Latitude N.	Déclinaison occidentale.	Inclinaison.	Composante horizontale.	Composante verticale.	Force totale.
Domancy	550 m	4° 19′ 38″	45° 54′ 51″	12° 0′,8	61° 53′,7	0,21329 (²)	0,39938	0,45276
Vallorcine.......	1300	34.20	46. 1.24	11.55,0	56,5	0,21288 (²)	0,39940	0,45260
Pierre-Pointue..	2100	32.12	45.53.20	»	49,4	0,21335 (²)	0,39828	0,45184
Grands-Mulets...	3000	31.30	52. 3	»	50,4	0,21315 (²)	0,39819	0,45162
Petit-Plateau ...	3700	31. 7	51. 4	»	48,9	0,21312	0,39769	0,45121
Mont Blanc.....	4800	31.40	49.21	11.58,1	48,9	0,21300	0,39748	0,45097

(¹) Présentée dans la séance du 25 février 1907.

(²) Moyenne de deux mesures.

En connaissant les valeurs théoriques des éléments magnétiques de chaque station et en les comparant aux valeurs données par les observations, on peut reconnaître la grandeur des anomalies locales et voir si ces anomalies sont dues aux différences d'altitude des stations. Ces valeurs théoriques peuvent être calculées quand on connaît la position géographique des stations et les variations des éléments magnétiques pour un déplacement de 1° en longitude et en latitude. Le Tableau suivant donne, pour la composante horizontale, les valeurs calculées, les valeurs observées et les différences de ces valeurs dans le sens observation-calcul.

	Composante horizontale		
	calculée.	observée.	Δ.
Domancy	0,21320	0,21329	+ 0,00009
Vallorcine	0,21288	0,21288	0,00000
Pierre-Pointue	0,21345	0,21335	— 0,00010
Grands-Mulets	0,21354	0,21315	— 0,00039
Petit-Plateau.......	0,21361	0,21312	— 0,00049
Mont Blanc........	0,21375	0,21300	— 0,00075

J'ai supposé que les différences Δ étaient produites par les différences d'altitude des stations d'observation et j'ai tracé un graphique (*fig.* 1) sur lequel les Δ sont portés en abscisses et les altitudes en ordonnées. Les points obtenus sont situés de part et d'autre d'une droite que l'on peut considérer comme représentant la loi de la décroissance de la composante horizontale en fonction de l'altitude. Cette droite montre que pour une augmentation d'altitude de 1000^m la décroissance de la composante horizontale est 0,00021.

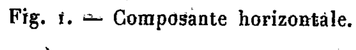
On a fait de même pour l'inclinaison et l'on a établi le Tableau suivant :

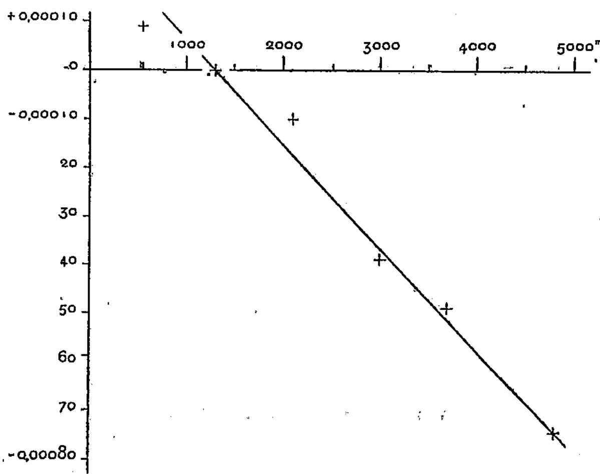
	Inclinaison		
	calculée.	observée.	Δ.
Domancy..............	61°.53′,0	61°53′,7	+ 0,7
Vallorcine.............	56,5	56,5	0,0
Pierre-Pointue.........	49,8	49,4	— 0,4
Grands-Mulets	48,9	50,4	+ 1,5
Petit-Plateau..........	48,1	48,9	+ 0,8
Mont Blanc............	46,6	48,9	+ 2,3

Sur le graphique (*fig.* 2) j'ai porté les différences Δ en abscisses et les altitudes des stations en ordonnées. Les points obtenus indiquent une faible augmentation de l'inclinaison avec l'altitude à raison de 0′,5 par

1000^m. Cette augmentation semble montrer que les lignes de force du champ magnétique terrestre divergent de plus en plus quand on s'éloigne du centre de la Terre.

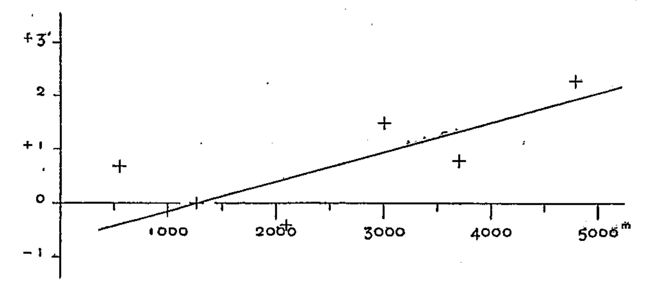
En répétant les mêmes calculs pour la composante verticale et pour la


Fig. 1. — Composante horizontale.



force totale, on constate que ces deux forces diminuent quand l'altitude augmente. On a pour la première une variation de 0,00027 et, pour la seconde, 0,00034, pour une différence de niveau de 1000^m. La diminution de la force totale est inférieure à la diminution théorique, égale à 0,00021,

Fig. 2. — Inclinaison.



si l'on admet que le champ terrestre équivaut, en grande partie, à celui d'un aimant de petites dimensions placé au centre de la Terre.

Il est probable que les variations des éléments magnétiques que j'ai pu constater dans le massif du Mont Blanc sont dues à la diminution réelle du champ terrestre, car il est difficile d'admettre que des anomalies locales

puissent se faire sentir d'une façon aussi régulière en des lieux distants de plus de 20^{km} où les instruments étaient installés soit sur le glacier, soit sur des rochers de nature différente.

M. **Georges Hyvert** adresse un Mémoire *Sur le rôle et la mesure des poussières dans les mines.*

(Renvoi à l'examen de M. Zeiller.)

M. **Béla Szilárd** adresse une Note *Sur les composés colloïdaux des éléments radioactifs.*

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, vacante par le décès de M. *Brouardel*, présente la liste suivante :

En première ligne	M. J. Tannery.
En seconde ligne, par ordre alphabétique . .	MM. J. Carpentier. Cornil. L. Teisserenc de Bort.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 février 1907.

Traité du Paludisme, par A. Laveran, Membre de l'Institut; 58 figures dans le texte et une planche en couleurs; 2e édition. Paris, Masson et Cie, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Genera Insectorum, dirigé par P. Wytsman; 53e fascicule : *Coleoptera. Fam. Lampyridæ,* par Ernest Olivier; avec 3 planches coloriées. Bruxelles, 1907; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bouvier.)

Invasions des Acridiens, vulgo *Sauterelles, en Algérie,* par J. Künckel d'Herculais; t. I. Alger-Mustapha, 1893-1905; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Edmond Perrier.)

Aperçu philosophique sur l'éducation populaire en France de 1870 *à* 1905, *pour servir d'introduction aux œuvres de* Lucien Cazals. Toulouse, 1905; 1 fasc. in-12.

Statistique sanitaire des villes de France pendant l'année 1905 *et Tableaux récapitulatifs des années* 1886 *à* 1905; 20e année; publiée par le Ministère de l'Intérieur. Melun, 1906; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; 106e année, t. CI, n° 1. Paris, au siège de la Société, 1907; 1 fasc. in-4°.

Revue de Mécanique, publiée sous la direction de M. Haton de la Goupillière, Membre de l'Institut; t. XX, n° 1, 31 janvier 1907. Paris, H. Dunod et E. Pinat; 1 fasc. in-4°.

Observations météorologiques faites aux fortifications de Saint-Maurice, pendant les années 1904 *et* 1905; résumé, par R. Gautier et H. Duaime. Genève, 1906; 2 fasc. in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1905 *pour Genève et le Grand Saint-Bernard,* par R. Gautier. Genève, 1906; 1 fasc. in-8°.

Astronomische Beobachtungen an der k. k. Sternwarte zu Prag in den Jahren 1900-1904; auf öffentliche Kosten herausgegeben von Prof. Dr L. Weinek; mit 10 Tafeln und 25 Abbildungen im Texte. Prague, 1907; 1 vol.

Kulturelle Bedeutung der Wasserwirtschaft und Entwicklung der Wasserwirtschaft in Preussen. Rede von dem zeitigen Rektor der königlichen Technischen Hochschule zu Berlin, Grantz. Berlin, 1907; 1 fasc. in-4°.

Señales electricas de alarma para la previsión de inundaciones, por Don Ramon Martinez de Campos. Murcie, 1907; 1 fasc. in-12.

Vorträge über die Entwicklungsgeschichte der Chemie von Lavoisier bis zur Gegenwart, von A. Landenburg; vierte vermehrte und verbesserte Auflage. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage des éditeurs.)

Aërial locomotion with a few notes of progress in the construction of an aërodrome, by Alexander Graham Bell. Washington, 1907; 1 fasc. in-8°.

Almanaque náutico para el año 1908, *calculado de orden de la superioridad en*

el Instituto y Observatorio de Marina de San Fernando. San Fernando, 1906; 1 vol. in-4°.

Carnegie Institution of Washington. Year Book, n° 5, 1905. Washington, 1907; 1 vol. in-8°.

Transactions of the Royal Society of Edinburgh; t. XLI, part 3, for the session 1904-1905; t. XLV, part 1, for the session 1905-1906. Edimbourg, 1906; 2 vol. in-4°.

Journal and proceedings of the Royal Society of New South Wales; t. XXXIX, 1905. Londres, 1905; 1 vol. in-8°.

The University of Colorado studies; t. IV, number 1. Boulder, Colo., 1906; 1 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Tome CXLIII, Séance du 24 décembre 1906.)

Note de M. *Béla Szilárd,* Sur un composé colloïdal de thorium avec de l'uranium :

Page 1146, ligne 9 en remontant, *au lieu de* il est, *lisez* s'il est.

Page 1147, ligne 18, *au lieu de* Il se dissout, *lisez* Il ne se dissout pas.

(Tome CXLIV, Séance du 18 février 1907.)

Note de M. *Albert Fournier,* Note concernant la recherche de l'or par la voie humide dans les sables aurifères :

Page 379, ligne 1, *au lieu de* le sable, *lisez* les sables.

Même page, ligne 12, *au lieu de* le sable, *lisez* ces sables.

Page 380, ligne 4, *au lieu de* après agitation rigoureuse, *lisez* après agitation vigoureuse.

Même page, ligne 15, *au lieu de* y compris la silice soluble, *lisez* y compris la silice demeurée soluble.

Même page, ligne 14, en remontant, *au lieu de* l'action de AzO^3Hg, *lisez* l'action de AzO^3Ag.

Même page, ligne 13, en remontant, *au lieu de* à HCl pur, *lisez* à l'attaque de HCl pur.

Même page, ligne 5 en remontant, *au lieu de* capable de déceler 29^g d'or, *lisez* capable de déceler 2^g d'or.

Page 381, lignes 1 et 2, *au lieu de* au point de vue de la certitude du résultat, *lisez* au point de vue de la certitude du résultat pondéral.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 MARS 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur quelques détails du spectrohéliographe.* Note de M. **H. Deslandres.**

Dans une Note récente des *Comptes rendus* (18 février 1907, p. 360), consacrée au spectrohéliographe et aux détails de son réglage, Millochau cite le passage suivant d'une Note que j'ai publiée le 4 février dernier (*Comptes rendus*, p. 234), en collaboration avec d'Azambuja et qui relate les observations de 1905 et 1906 avec plusieurs spectrohéliographes et des fentes diverses, ordinaires ou sur verre argenté : « On ajoute aussi, dans un coin de chaque épreuve du Soleil, deux spectres solaires au haut et au bas de la fente, ce qui permet de juger le parallélisme avec la raie et l'écart variable des deux lignes. »

Puis il rappelle qu'il a déjà proposé, dans une Note faite en commun avec Štefánik (*Comptes rendus*, t. CXLII, 2 avril 1906, p. 825), une disposition analogue. « Cette fente (c'est-à-dire la seconde fente du spectrohéliographe) est élargie sur une petite longueur à chacune de ses extrémités, dans le but d'obtenir, avant et après la photographie solaire, une épreuve de la lumière diffuse du ciel, et de permettre ainsi de déterminer facilement la radiation exacte dans laquelle a été obtenue la photographie monochromatique. »

Ce rapprochement des Notes apparaît comme une réclamation de priorité, et je suis conduit à présenter quelques remarques.

L'épreuve supplémentaire, qui offre la fente juxtaposée aux spectres des

extrémités haute et basse, est simplement l'épreuve ou celle des épreuves que l'on fait normalement depuis le début du spectrohéliographe, pour réaliser et vérifier son réglage. Dans les spectrohéliographes organisés jusqu'ici en France, à Paris et Meudon, le spectre dépasse le haut et le bas de la fente, et il suffit d'abandonner l'appareil à lui-même pour avoir l'épreuve en question. L'élargissement des extrémités de la fente est nécessaire seulement lorsque l'arrière de la chambre, ainsi que dans certains appareils étrangers, est fermé en haut et en bas; l'élargissement est aussi nécessaire avec la fente sur verre argenté, mais pour un autre motif, afin que les faisceaux lumineux à comparer traversent le verre dans des conditions identiques.

Le seul point que l'on puisse considérer comme nouveau est l'addition de l'épreuve supplémentaire sur la plaque qui porte l'image monochromatique du Soleil; mais ce point n'est pas indiqué explicitement dans la première Note de Millochau et Štefánik; d'ailleurs l'idée est tellement simple et naturelle qu'elle est à tout le monde. Dans mon laboratoire, où ces questions sont discutées librement depuis quinze ans, l'utilité de cette disposition, de cette petite simplification, a toujours été considérée comme évidente; et en fait, depuis 1892, je l'ai employée souvent, sinon avec les raies brillantes H^2 et K^2, qui n'en retirent pas un bénéfice sensible (¹), mais avec les raies noires, les fentes étant ordinaires ou sur couche d'argent. Lorsque la dispersion est grande et la raie noire fine, ainsi que dans les recherches de 1905 et 1906 avec d'Azambuja, son utilité est plus grande; aussi nous l'avons alors employée plus souvent et nous avons noté brièvement le fait dans le Mémoire final.

L'épreuve se fait d'elle-même derrière la seconde fente, si on laisse la plaque un temps suffisant. Il faut seulement éviter que d'autres lumières se superposent aux deux spectres; et, pour obtenir ce résultat, nous avons été conduit à ajouter de petits diaphragmes aux supports des deux joues,

---

(¹) Avec H^2 et K^2, en effet, la seconde fente, toujours plus haute pour l'enregistrement des protubérances, serait, alors qu'elle est fine, juxtaposée à des raies noires, qui sont très larges et d'autant moins nettes qu'elles sont plus éloignées du centre. Le réglage de ces raies se fait et se vérifie mieux avec la seconde fente élargie également des deux côtés, suivant la méthode décrite plus loin, et à l'aide des raies fines brillantes de la chromosphère extérieure. On peut encore, avec la seconde fente fine, chercher, par essais successifs, la position qui donne l'image solaire la plus riche en détails.

ou à couvrir les points de la première fente qui donnent les deux spectres, ou à ajouter des écrans mobiles de l'extérieur en avant de la seconde fente. Tous ces petits dispositifs, employés séparément ou simultanément, sont très simples, étant de ceux que l'on imagine et réalise journellement dans les laboratoires; leur description serait mieux à sa place dans un Mémoire complet destiné à relever les petits détails que dans une Note des *Comptes rendus*. D'ailleurs, dans un Mémoire récent du *Bulletin astronomique* (septembre 1905, p. 362), consacré à ces recherches, et déjà assez détaillé, après avoir noté brièvement que chaque joue de la seconde fente a un mouvement de translation et un mouvement de rotation, j'ajoute : « Dans ces conditions, le réglage des joues et de la fente est facile, et on les amène aisément en coïncidence avec une raie quelconque du spectre. » Je n'ai pas donné de plus amples détails, les jugeant inutiles pour les personnes habituées un tant soit peu aux observations. En fait, les assistants qui ont travaillé successivement avec l'appareil ont procédé chacun pour le réglage de façon assez différente, mais sensiblement avec le même résultat.

Ces détails de réglage et de contrôle sont plutôt secondaires; mais, comme la question a été soulevée dans les *Comptes rendus*, je dois ici même donner mon opinion, ou plutôt le résultat d'une expérience de plusieurs années.

L'épreuve supplémentaire ou de contrôle est *a priori* utile; mais elle entraîne une complication et une perte de temps; aussi la supprime-t-on quand elle n'est pas indispensable. Souvent le contrôle est assuré par un organe que possèdent tous les spectrohéliographes, et qui est la lunette auxiliaire de la seconde fente. Cette lunette, placée sur le côté et munie d'un micromètre à fils, fait corps avec l'une des joues de la seconde fente et offre l'image d'une portion du spectre, très voisine de la raie isolée. Au commencement de la pose du Soleil, la croisée des fils est mise sur une raie fine; si, pendant la pose, elle ne bouge pas, ce qui a lieu dans la grande majorité des cas, c'est que le spectre ne s'est pas déplacé par rapport à la seconde fente; si, d'ailleurs, il y a un déplacement, on le mesure avec le micromètre (1). Il suffit en général, dans ces conditions, de faire une épreuve

(1) Le déplacement de la raie noire au micromètre et celui du spectre à la seconde fente ne sont pas toujours égaux; mais le rapport des déplacements est facile à déterminer.

de contrôle au début de la pose, et la seconde épreuve réclamée par Millochau n'est pas nécessaire; la suppression de toute épreuve peut même s'étendre à plusieurs images successives du Soleil.

Le plan que préconise Millochau pour l'épreuve de contrôle et, semble-t-il, sans l'avoir essayé, entraîne une grande perte de temps et n'assure pas un contrôle complet. Il emploie en effet la lumière diffuse du ciel, qui doit être prise à une certaine distance du Soleil(¹) qui varie autrement que la lumière même de l'astre, et qui est relativement faible, d'autant plus que le ciel est plus pur et la station plus élevée. Dans nos recherches de 1905, avec une première fente fine et la forte dispersion d'un réseau, la pose de la lumière diffuse était souvent plus grande que celle du Soleil qui atteignait 15 minutes; elle eût été plus grande encore au mont Blanc où un spectro-héliographe doit être établi. L'utilité de l'épreuve est alors très réduite, d'autant que la perte de temps est surtout forte aux moments les plus favorables.

Pour cette raison et plusieurs autres, dans nos recherches, et en particulier dans celles avec fente sur argent, la lumière diffuse a été écartée; les deux spectres de l'épreuve ont été obtenus avec l'image même du Soleil, déplacée sur la première fente, la partie supérieure de l'image fournissant le spectre du haut et la partie inférieure, le spectre du bas. La pose totale était ainsi faible, et l'on tenait compte des déplacements spectraux dus à la rotation du Soleil, non négligeables avec une forte dispersion.

Cependant, le contrôle fourni par les épreuves ci-dessus décrites est insuffisant; il ne s'applique qu'aux extrémités de la seconde fente, qui sont en général moins parfaites que le centre et ne servent pas pour l'image monochromatique; la partie centrale, qui est la plus intéressante, lui échappe. Or, il est très difficile d'avoir une fente dont la courbure soit identique à celle de la raie; on peut réaliser la condition pour une raie unique

---

(¹) La lumière diffuse doit être prise assez loin du Soleil, lorsque la dispersion est notable; autrement les parties de l'astre les plus rapprochées de la fente auraient une influence prépondérante et imposeraient le déplacement spectral dû à leur vitesse de rotation. C'est ainsi que, dans l'éclipse de 1893, les déplacements observés par moi sur les raies H et K du calcium, et attribués d'abord à la rotation de la couronne, sont peut-être explicables par l'influence plus grande des parties voisines de la chromosphère dans la diffusion et représentent alors, au moins en partie, la rotation de la chromosphère.

en son genre, telle que la raie brillante K_2; mais, si l'on passe aux raies noires, comme la courbure change d'une raie à l'autre, presque toujours, la fente et la raie ont de petites différences; il est nécessaire de les connaître exactement et même de les enregistrer. Aussi, surtout au début des recherches sur chaque raie noire, j'ai employé la méthode suivante, très simple, qui s'applique aux fentes ordinaires et non aux fentes sur argent, qui assure un réglage facile et un contrôle complet.

Les deux joues de la seconde fente sont écartées de quantités exactement égales; on juge alors mieux si la raie brillante ou noire est au milieu de la fente et, de plus, on photographie, dans un coin de la plaque destinée à l'image solaire, la petite portion du spectre du disque solaire qui passe par la fente élargie. Le contrôle s'exerce ainsi sur les parties utiles de la fente et l'élargissement de la fente aux extrémités n'est plus nécessaire dans aucun cas; le Soleil, sur la première fente, n'est plus déplacé et la pose du spectre, très courte, est proportionnelle à celle du Soleil; elle est réalisable sûrement avec un obturateur gradué.

La méthode exige seulement l'égalité absolue des déplacements subis par les deux joues et donc une grande attention de l'observateur; on vérifie, il est vrai, cette égalité en ajoutant une épreuve supplémentaire à fente fine et contrôle restreint, mais au prix d'une complication. Aussi, je dois signaler un dispositif, que je fais construire en ce moment, et qui réalise la condition précédente en quelque sorte automatiquement. Une même grande coulisse porte les deux joues qui, de plus, sont mobiles chacune, et indépendamment, sur trois billes, par rapport à la coulisse et parallèlement à elle. Chaque joue est poussée par un ressort, le sens de l'entraînement étant le même [1]. Mais l'une est arrêtée par une pièce tournante à cames, qui, par une rotation de 90°, la déplace brusquement d'une petite quantité. L'autre joue qui correspond à la joue mobile des fentes ordinaires est déplacée de la même quantité en sens contraire par une came identique, interposée entre elle et une vis micrométrique. L'écartement et le rapprochement des joues se font sûrement et rapidement, et avec ce dispositif, destiné à un spectrohéliographe horizontal, la méthode fournit le réglage et le contrôle complets de la fente entière dans le temps minimum; aussi pourra-t-on l'utiliser plus souvent, la fréquence de son emploi étant variable avec les besoins à satisfaire et les tendances de chacun.

---

(1) Les fentes montées sur billes sont avantageuses, surtout lorsque la fente est haute. La précision des mouvements est plus grande.

Enfin Millochau recommande pour le réglage oculaire de la deuxième fente un écran liquide au violet d'aniline, indiqué par Štefánik ([1]), qui rend visibles pour l'œil les radiations extrêmes infrarouges et ultraviolettes de la région qui s'étend de $\lambda 0^{\mu},9$ à $\lambda 0^{\mu},387$. Pour le spectrohéliographe, la partie ultraviolette est seule à considérer, car, les plaques employées dans l'infrarouge sont encore trop peu sensibles ([2]). Or, pour l'ultraviolet, il suffit de recourir à l'écran fluorescent de Soret, connu et employé avec succès depuis 40 ans, qui décèle nettement pour l'œil non seulement les raies violettes et ultraviolettes jusqu'à $\lambda 0^{\mu},387$, mais le spectre ultraviolet tout entier.

HISTOIRE NATURELLE. — *Nouvelle contribution à l'étude des mouches piquantes de l'Afrique intertropicale.* Note de M. A. LAVERAN.

En 1905, j'ai communiqué à l'Académie une Note ([3]) sur la répartition des mouches tsétsé (*Glossina*) dans l'Ouest africain français et dans l'État indépendant du Congo. Depuis lors j'ai reçu de nouveaux échantillons de mouches piquantes provenant de différentes régions de l'Afrique intertropicale. J'ai déterminé moi-même les *Glossina*, les déterminations des autres mouches piquantes ont été faites ou bien à Washington, dans le laboratoire de M. le professeur Howard, par MM. D.-W. Coquillett et W.-H.

([1]) Un écran liquide entre deux verres serait en danger sur la première fente avec une image du Soleil un peu large, à cause de la grande chaleur développée.

D'autre part, Štefánik et Millochau ont présenté l'emploi des écrans colorés comme une méthode générale nouvelle pour la vision des rayons extrêmes du rouge et du violet. Or cette méthode, il faut bien le dire, est connue depuis longtemps et est exposée dans les Ouvrages classiques (KAYSER, *Traité de Spectroscopie,* t. I, 1900, p. 599). Les matières colorantes actuelles sont extrêmement nombreuses et leur spectre d'absorption est en partie relevé. Il est devenu plus facile d'isoler ou d'absorber une partie quelconque du spectre.

([2]) Récemment, Villard (*Journal de Physique,* 1904 et 1905) a annoncé que les plaques actuelles, insolées, puis soumises à l'action destructive des premiers rayons infrarouges, donnaient assez rapidement avec ces derniers des images spectrales et autres. Abney, avec les plaques anciennes, était allé jusqu'à $1^{\mu},2$ par ce procédé et l'avait abandonné comme trop peu sensible. Le même procédé a été employé heureusement, en 1906, par Millochau et Štefánik.

([3]) *Comptes rendus,* 4 décembre 1905.

Ashmead, ou bien au Muséum d'Histoire naturelle, sous la direction de notre confrère M. le professeur Bouvier, par M. Roubaud ou par M. Surcouf. Je remercie ces savants entomologistes de l'aide qu'ils m'ont prêtée; je me bornerai souvent, dans cette Note, à reproduire les résultats des examens qu'ils ont bien voulu faire à ma demande.

I. Sénégal. — M. le Dr Thiroux m'a envoyé de nombreux échantillons de mouches piquantes capturées dans différentes régions du Sénégal.

A. Sangaleam, près Rufisque (janvier 1906). *Glossina palpalis.*

B. Nianing. *Gl. palpalis, Gl. longipalpis.* Les *Gl. palpalis* dominent de beaucoup.

De même provenance : *Tabanus biguttatus* Fabr.; *T. cilipes* Macq.; *T. sufis.* — *Stomoxys calcitrans.* — *Lyperosia longipalpis* et *L. Thirouxi* Roubaud (¹).

C. Saint-Louis (15 mars 1906). *Stomoxys calcitrans* Linné.

D. Mangacounda (Casamance), janvier 1906. Une centaine de *Glossina.* Je ne trouve qu'une *Gl. palpalis;* dans tous les autres cas, il s'agit de *Gl. longipalpis.*

De la même provenance : *Tabanus ditæniatus* Macq.; *T. rufipes* Macq.; *T. secedens* Walk.; *T. guineensis* Wied.; *T. biguttatus* Wied.

E. Selibaby. *Tabanus tæniola* Pal. Beauv. et *T. ditæniatus* Macq.

F. Nit. *Tabanus fasciatus* Fabr.

G. Dubreka. *Tabanus trisignatus* Lœw.

H. Fouta-Djalon. *T. leucaspis* Wulp.; *T. guineensis* Wied.; *T. latipes* Macq.

J'ai reçu également du Sénégal des *Hippobosques* et des *Hæmatopota* qui n'ont pas encore été déterminés; enfin, de M'Brar (Oualo), un Asilide, qui se nourrit d'autres insectes qu'il saisit au vol. Il serait intéressant de rechercher si ce diptère détruit les *Glossina.*

Les *Glossina* disparaissent là où les rives des cours d'eau sont déboisées; cette disparition des tsétsé, dans certaines régions du Sénégal, a eu pour conséquence la disparition de la trypanosomiase humaine; c'est là un fait très intéressant au point de vue de la prophylaxie de cette grave endémie.

II. Mauritanie. — Diptères capturés dans la région du Mal, dans le pays Brakna et dans la région du Tagant. Envoi du Dr Cambours, médecin-major des troupes coloniales.

Ces diptères, qui m'ont été remis par M. le Dr Kermorgant, ont été déterminés par M. Surcouf; ils appartenaient aux espèces suivantes : *T. biguttatus* Wied.; *T. latipes* Macq.; *T. socius* Walker (²).

Les *Glossina* disparaissent complètement en Mauritanie (au nord du Sénégal).

(¹) E. Roubaud, *Soc. de Biologie,* 26 mai 1906.

(²) Le *T. socius* a été confondu avec le *T. tæniola;* il en diffère par ses bandes latérales abdominales qui se prolongent jusqu'au dernier segment de l'abdomen, tandis que chez *T. tæniola* elles s'arrêtent au cinquième segment. La bande dorsale de l'abdomen se compose d'une suite de triangles chez *T. socius,* de trapèzes à côtés presque parallèles chez *T. tæniola.* (Note de M. Surcouf.)

III. Haut-Sénégal et Niger. — Les échantillons de mouches piquantes de cette région m'ont été envoyés par MM. Cazalbou et Pécaud, vétérinaires de l'armée.

A. Taons capturés sur des dromadaires, à Tombouctou, au mois de mars 1905. *T. rufipes* Macq.

B. Taons capturés entre Sinder et Dountzou, au mois d'avril 1905. *T. gratus* Lœw.

C. Taons capturés entre Dountzou et Finko, le 10 avril 1905. *T. gratus.*

D. Diptères capturés dans les écuries du quartier d'artillerie à Kati. (Envoi du 4 janvier 1907, de M. Pécaud.) D'après les déterminations faites par M. Surcouf, cet envoi comprend les espèces suivantes : *Tabanus biguttatus* Wied., var. *croceus* qui établit un passage entre la var. *unimaculatus* de Macquart et le type; une espèce nouvelle, voisine de *T. canus* Karsch, que M. Surcouf se propose de décrire sous le nom de *T. canescens; T. ditæniatus; T. latipes; T. tæniola; T. socius; T. serratus* W.; *T. gratus; T. rufipes;* enfin *Stomoxys calcitrans.*

E. De Gao, M. Cazalbou m'a envoyé des échantillons d'hyménoptères qui détruisent les stomoxes. D'après la détermination faite par M. W.-H. Ashmead, il s'agit de *Notoglossa rufipes* Taschenberg. Il serait intéressant de savoir si cette guêpe carnassière s'attaque aux glossines, comme aux stomoxes.

IV. Guinée française. — M. le Dr Kermorgant m'a remis, à plusieurs reprises, des mouches piquantes qui lui avaient été envoyées de la Guinée française par MM. les Drs Touin et Chagnolleau.

A. Diptères reçus le 31 janvier 1906, 21 *Glossina palpalis;* 2 *Tabanus tæniola.*

B. Diptères de Boffa : *Tabanus leucaspis* Wulp. et *T. gabonensis* Macq.

C. Diptères de Baga-Tayé : *T. guineensis* Wied. et *T. unilineatus* Lœw.

D. Diptères de Tuba : *T. biguttatus* Wied. et *T. pervasus* Walker.

E. Diptères de Rio-Pongo (Thia et Dominghia) : *T. guineensis* et *Hæmatopota meteorica* Corti.

F. Diptères des environs de Conakry : *Glossina morsitans.*

G. Diptères capturés dans la région comprise entre Kindia et Pita; sur 21 diptères il y a : *Glossina palpalis* 15, *Gl. morsitans* 4. D'après le Dr Chagnolleau on observe dans cette région des cas de maladie du sommeil et des trypanosomiases des animaux domestiques.

V. État indépendant du Congo. — De nombreux échantillons de mouches piquantes m'ont été envoyés par M. le Secrétaire général du département des finances de l'État indépendant du Congo et par le Président du Comité spécial du Katenga. Il résulte de l'examen de ces échantillons, comme des précédents, que les *Glossina* abondent malheureusement dans la plupart des districts et que c'est *Gl. palpalis* qui domine de beaucoup. Les *Glossina* se rencontrent principalement sur les bords fangeux des cours d'eau (1).

1° *District des cataractes.* — Diptères capturés à Kitobola, au mois d'octobre 1906, sur les rives de la Lukunga ou dans des endroits marécageux. 14 diptères; il s'agit, dans tous les cas, de *Gl. palpalis.*

(1) On consultera avec intérêt à ce sujet le travail que MM. Robert Newstead, J.-E. Dutton et J.-L. Todd ont publié dans le premier numéro des *Annals of tropical medicine and parasitology,* Liverpool, 1er février 1907.

2° *District du Stanley-Pool.* — A. Diptères capturés au poste n° 5 de la ligne télégraphique qui suit le fleuve, sur des travailleurs indigènes ou sur des blancs. Les tsétsé s'observent pendant toute l'année dans la région, mais elles abondent surtout pendant la saison des pluies; elles attaquent de préférence les antilopes, les bœufs et les porcs. Du petit bétail existe presque partout dans la région.

Sur 23 diptères (envoi du 7 novembre 1905), il y a : 21 *Gl. palpalis* et 2 *Gl. fusca.*

B. Diptères de Boko, capturés sur l'homme (envoi du 7 novembre 1905). Les tsétsé s'observent en tout temps dans la région, elles abondent dans les endroits marécageux. Dans tous les villages, on trouve des chèvres et des porcs.

Parmi ces diptères je compte : 12 *Gl. palpalis,* quelques stomoxes (*St. calcitrans* Linné) et 2 espèces de *Tabanus* : *T. guineensis* Wied. et *T. ditœniatus* Macq.

C. Envoi du 18 mai 1906. Mouches capturées sur des travailleurs indigènes à Galiema ou sur des animaux domestiques. 21 mouches; il s'agit de *Gl. palpalis* dans tous les cas.

Un taon capturé au kraal situé au kilomètre 394 du chemin de fer appartient à l'espèce *T. fasciatus* Fabr.

3° *District du lac Léopold II.* — Mouches capturées sur les rives de la Lokoro qui se jette dans le lac Léopold II et au poste d'Eranga, près du lac Boli-Kwenaja proche du premier. Envoi reçu le 9 septembre 1906. 22 mouches; il s'agit, dans tous les cas, de *Gl. palpalis.*

4° *District du Lualaba-Kasaï.* — Envois des 26 avril, 18 mai et 9 juin 1906.

A. Poste de Lusambo. Rives du Sankuru, en face du poste, et rives de la Lubi. Mouches se rencontrant toute l'année le long des cours d'eau dont les bords sont marécageux. 8 mouches qui toutes sont des *Gl. palpalis.*

B. Tshofa, 23 mouches, *Gl. palpalis* dans tous les cas.

C. Kabinda, 25 diptères dont 8 *Gl. palpalis;* les autres diptères sont en mauvais état, il y a des *Hœmatopota.*

D. Kisenga, sur la Lomani, 17 mouches. Il s'agit de *Gl. palpalis,* probablement dans tous les cas; un certain nombre de mouches sont en mauvais état.

5° *District de l'Équateur.* — A. Rives du lac Tumba. 31 diptères, capturés au mois de décembre 1904 ou au mois d'avril 1905; il s'agit du *Gl. palpalis* dans tous les cas. Ces mouches abondent en toute saison dans les localités marécageuses et sur les bords des cours d'eau; elles attaquent l'homme et les animaux sauvages ou domestiques. Les indigènes de la région de Bikoro n'élèvent pas de bétail.

B. Diptères capturés à Eala, sur les rives du Ruki; envoi du 31 janvier 1906. 30 mouches, capturées sur des nègres ou sur des animaux domestiques, sont des *Gl. palpalis.* Ces mouches existent en toute saison dans la région d'Eala. Les indigènes ne possèdent pas de bétail.

L'envoi du 31 janvier 1906 comprenait en outre des tabanides, capturés près d'Eala, appartenant aux espèces suivantes : *T. gabonensis* Macq., *T. fasciatus* Fabr., *T. biguttatus* Wied. Ces tabanides attaquent de préférence le cheval et le gros bétail; ils existent en toute saison dans la région d'Eala.

C. Diptères capturés à Monkero, sur des boys, dans la véranda de l'habitation du chef de poste, habitation située à 30^m environ de la Lulunga, affluent du fleuve Congo. Envoi du 2 octobre 1906.

5 mouches, envoyées comme spécimens, sont des *Gl. palpalis.* Les mêmes *Glossina* ont été rencontrées à Lulonga et à Mampoko. Il est connu des indigènes que ces mouches donnent la maladie du sommeil.

D. Diptères capturés à Waka, Ituli et Ilinga, sur des Européens ou sur des indigènes. 13 mouches. Il s'agit de *Gl. palpalis* dans tous les cas. Envoi du 2 décembre 1906. Ces mouches abondent sur les bords des cours d'eau et dans les marais. Elles ne piquent que pendant le jour.

6° *District de l'Ubangi.* — A. Mouches capturées dans le Haut et le Bas-Ubangi. Il s'agit de *Glossina* appartenant à deux espèces : *Gl. palpalis* et *Gl. fusca.*

Les *Gl. palpalis* se rencontrent sur toute la rive gauche de l'Ubangi depuis Imese jusqu'à Banzyville; elles ont été trouvées également sur la rivière Lua jusqu'à Ekuta. Ces mouches abondent dans les endroits marécageux.

Les *Gl. fusca,* plus rares que les *Gl. palpalis,* ne se rencontrent guère que dans les régions marécageuses de la forêt.

Les *Gl. palpalis* et les *Gl. fusca* s'observent aussi bien pendant la saison sèche que pendant la saison des pluies.

Les *Hœmatopota* abondent également dans le district de l'Ubangi.

B. Mouches capturées près de Douma, au mois de septembre 1905, au moment des hautes eaux. 5 mouches qui toutes sont des *Gl. palpalis.*

C. Diptères capturés près de Monga, en juillet et août 1905, au moment des hautes eaux. Sur 10 diptères, il y a 5 *Glossina* (*Gl. palpalis,* 4; *Gl. fusca,* 1) et 5 *Hœmatopota* appartenant à 3 espèces.

D. Diptères capturés dans les plaines qui s'étendent entre Monga et Bangassu, au mois d'août 1905. Sur 8 diptères, il y a 2 *Gl. palpalis;* 6 mouches qui n'appartiennent pas au genre *Glossina* sont en trop mauvais état pour être déterminées.

Des cas de trypanosomiase ont été observés à Douma sur des Bovidés, et à Monga sur une chèvre qui venait d'arriver de la rive française, des environs de Bangassa.

7° *District de l'Uélé.* — Diptères capturés à Gombari. 43 diptères en mauvais état. Je compte 43 *Glossina* qui me paraissent appartenir pour la plupart à l'espèce *Gl. fusca.*

8° *Province orientale et Katenga.* — A. Zone du Haut-Ituri. Diptères capturés au poste de Nepoko, sur des pagayeurs, dans des pirogues. Envoi du 9 juin 1906, 7 mouches; il s'agit, dans tous les cas, de *Gl. palpalis.*

Il n'y a que fort peu de bétail (chèvres principalement) chez les indigènes de la région.

B. Mpwéto sur le lac Moero. Envoi du 31 janvier 1906. 200 mouches environ provenant des environs de Mpwéto; il s'agit de *Gl. palpalis* dans tous les cas. — Même provenance, envoi du 26 avril 1906. 77 mouches; il s'agit, dans tous les cas, de *Gl. palpalis.*

Les mouches provenant des localités suivantes ont été reçues également le 26 avril 1906.

C. Kilwa (sur la rive occidentale du lac Moero). 11 mouches; *Gl. palpalis* dans tous les cas.

D. Lukafu. 47 mouches; *Gl. morsitans* probablement dans tous les cas (un certain nombre de mouches sont en mauvais état).

E. Kayumba, sur la Lufira. 9 mouches en mauvais état; *Gl. morsitans* probablement dans tous les cas.

F. Kiambi, sur la Luvua. 8 mouches; *Glossina* en mauvais état.

G. Ankoro. 16 mouches. Il s'agit de *Gl. morsitans* dans tous les cas.

H. Katombe. 13 mouches : *Gl. palpalis* et *Gl. morsitans*. Cette dernière domine.

I. Muebe. 13 *Gl. palpalis*, 1 *Tabanus tæniola*.

K. Pomino. 10 mouches. Il s'agit, dans tous les cas, de *Gl. palpalis*.

L. Poste de Biondo, sur la Ruiki. 21 mouches; il s'agit, dans tous les cas, de *Gl. palpalis*. La région est infestée de ces mouches; on est piqué surtout lorsqu'on voyage en pirogue.

M. Lokandu, sur le Haut-Congo. Mouches recueillies sur le buffle, le bœuf et le chien. 20 mouches, *Gl. palpalis*, dans tous les cas. Ces mouches se rencontrent en toute saison.

N. Mouches capturées le long de la route Tshofa-Buli en janvier et février 1906. Sur 32 mouches, il y a 7 *Glossina palpalis*. Les autres mouches sont en trop mauvais état pour être déterminées.

O. Mouches capturées au confluent Lufira et Dikulwe. 32 mouches; il s'agit de *Gl. palpalis* dans tous les cas.

VI. Mozambique. — M. G. Vasse, en mission au Mozambique, m'a fourni, à plusieurs reprises, des renseignements très intéressants sur les mouches piquantes des régions qu'il traversait, en même temps qu'il m'adressait des spécimens de ces mouches.

M. Vasse qui, lors d'un premier voyage, en 1900, avait vu des *Glossina* en grand nombre dans la région de Guengère, a constaté, en 1905, que ces mouches avaient disparu de cette région. Une sécheresse extraordinaire qui persiste depuis trois ans est probablement, m'écrit M. Vasse, la cause de la disparition des tsétsé (1).

Cette supposition a été confirmée par ce fait que, en 1906, une saison très pluvieuse ayant déterminé d'abondantes inondations, les tsétsé ont reparu dans la région de Guengère. Le 27 juin 1906, M. Vasse m'adressait un échantillon de *Gl. pallidipes*.

Le 27 novembre 1906, M. Vasse m'écrit de Beira qu'il vient de traverser une région où il a rencontré des tsétsé, en moins grand nombre cependant qu'autrefois; parmi les diptères envoyés à cette date, je compte 22 *Glossina* (*Gl. morsitans* et *Gl. pallidipes*). En même temps que ces *Glossina*, M. Vasse m'envoyait des frottis du sang de deux chiens qui n'avaient pas tardé à devenir malades après être entrés dans la région à tsétsé et qui avaient succombé rapidement; l'examen de ces frottis me révéla l'existence de trypanosomes.

D'après M. Vasse les *Gl. pallidipes* se trouvent, au Mozambique, dans les régions élevées et les *Gl. morsitans* dans les régions basses.

J'ai reçu également de M. Vasse des échantillons de tabanides appartenant aux espèces suivantes : *T. rufipes* Macq; *T. africanus* Grey; *T. tæniola* (espèce qui semble la plus commune dans cette région comme dans beaucoup d'autres régions de l'Afrique; *T. trisignatus* Loew; *T. thoracinus* Pal. Beauv.; *T. unistriatus* Riccardo; *T. temperatus* Welker; *T. ditæniatus* Macq., *T. par* Welker.

Des *Hæmatopota* provenant du Mozambique n'ont pas été encore déterminés.

---

(1) Lettre datée de Guengère, le 22 octobre 1905.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la déshydratation directe du diméthyl-isopropyl-carbinol* $(H^3C)^2 . \underset{\mathrm{OH}}{\overset{|}{C}} - C - (CH^3)^2$. Note de M. **Louis Henry**.

Ayant eu besoin dans ces derniers temps de tétra-méthyl-éthylène, j'avais pensé que la meilleure méthode pour obtenir cet hydrocarbure serait la déshydratation directe du *diméthyl-isopropyl-carbinol* $(H^3C)^2 . \underset{\mathrm{OH}}{\overset{}{C}} - CH(CH^3)^2$.

Cet alcool s'obtient en effet très commodément par la réaction du méthylbromure de magnésium sur l'isobutyrate d'éthyle et, renfermant seulement les fragments $H\overset{|}{\underset{|}{C}} -$ et $H^3C -$, il devait, selon les prévisions les mieux fondées, subir la déshydratation dans le système bicarboné $> \underset{\mathrm{OH}}{C} - CH <$, très facilement et exclusivement, pour aboutir au seul hydrocarbure

$$(H^3C)^2 - C = C - (CH^3)^2.$$

Les agents de déshydratation des alcools tertiaires sont nombreux; on a choisi, dans le cas présent, le plus doux d'entre eux, l'anhydride acétique. Mélangé à un léger excès de ce produit, et additionné de quelques gouttes d'acide sulfurique, le diméthyl-isopropyl-carbinol a été chauffé doucement dans un appareil distillatoire de manière à ne laisser échapper que l'hydrocarbure éventuellement formé. Ébullition, 72°-73°.

La déshydratation, quoique lente, s'opère en effet très aisément et le rendement en hydrocarbure est presque intégral, mais elle est moins simple, dans son résultat, que je ne le présumais. A la suite de rectifications répétées, dans un déphlegmateur de Lebel, le liquide obtenu a été séparé en deux parties :

a. L'une bouillant à 56°-58° sous la pression de 767^mm^;

b. L'autre vers 72°-73°, dans les mêmes conditions. Celle-ci est la plus considérable, elle représente environ les *trois quarts* de l'hydrocarbure formé.

Il résulte de là que la déshydratation de l'alcool tertiaire en question s'est opérée en deux sens :

a. Pour une certaine portion, dans le système $H^3C - \overset{|}{\underset{|}{C}} - (OH)$, pour former le *méthyl-isopropyl-éthylène*-1.1,

$$H^2C = \underset{\mathrm{CH^3}}{C} - CH\langle^{CH^3}_{CH^3} \qquad \text{Éb. } 56°\text{-}58°;$$

b. Pour la plus grande partie, dans le système $> \underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}} - CH <$, pour former le *tétra-méthyl-éthylène*

$$\begin{matrix} H^3C \\ H^3C \end{matrix}\!\!>C = C<\!\!\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} \qquad \text{Éb. } 72^\circ\text{-}73^\circ.$$

La préférence que manifeste pour l'hydrogène du fragment $-\overset{|}{\underset{|}{C}}H$ le radical hydroxyle — OH, si elle est *marquée*, n'est donc pas *exclusive*, comme on était autorisé à le penser.

Le même résultat se produit par la déshydratation *indirecte* du diméthyl-isopropyl-carbinol, c'est-à-dire réalisée à l'aide de ses éthers haloïdes.

Dans le but d'obtenir l'acétate de cet alcool (¹), son éther bromhydrique

$$(H^3C)^2 - \underset{\displaystyle Br}{\underset{|}{C}} - CH(CH^3)^2$$

a été chauffé au bain d'air, dans un appareil à reflux, avec de l'acétate de potassium sec, en présence d'un peu d'acide acétique. Il s'est fait, non l'acétate cherché ou du moins celui-ci en quantité négligeable, mais le même mélange d'hydrocarbures, en C^6; mais je sortirais des constatations expérimentales si je disais qu'ils y existaient dans les rapports indiqués plus haut. L'action de la potasse caustique sur cet éther bromhydrique n'a pas été réalisée, le résultat de cette opération n'étant pas douteux.

Je ne puis négliger de faire remarquer à cette occasion que ce même mélange d'hydrocarbures en C^6, éb. 56°-58° et 72°-73°, résulte de l'élimination des hydracides halogénés des éthers haloïdes de l'*alcool pinacolique secondaire* $(H^3C)^3.C - CH(OH) - CH^3$, l'alcool de Friedel.

Cette réaction, d'abord réalisée par M. Couturier, pour l'éther bromhydrique avec la potasse caustique, a été reprise et étudiée d'une manière approfondie, par M. De Lacre pour cet éther et l'éther chlorhydrique.

Ce fait d'apparence extraordinaire, de l'identité des hydrocarbures C^6H^{12}, produits à l'aide de ces deux alcools, si différents de structure dans leur noyau carboné, s'explique tout naturellement aujourd'hui que l'on sait que les *éthers haloïdes* secondaires $(H^3C)^3 - C - CHX - CH^3$ s'iso-

(¹) Celui-ci s'obtient aisément, selon la méthode de Houben, par la réaction de l'anhydre acétique sur $(H^3C)^2.\underset{\displaystyle O.Mg.Br}{\underset{|}{C}} - CH(CH^3)^2$. C'est un liquide bouillant aussi à 142°-143°, sous la pression ordinaire. Il régénère l'alcool d'où il dérive, sous l'action de la potasse caustique.

mérisent, sous l'action de la chaleur, en se transformant en ceux du diméthyl-isopropyl-carbinol $(H^3C)^2.CX - CH(CH^3)^2$.

L'hydrocarbure le plus volatil, Éb. 56°-58°, avait été désigné par M. Couturier sous le nom du « *pseudo-buthyl-éthylène* » (¹) et il lui attribuait la formule

$$\begin{matrix} H^3C \diagdown & \\ H^3C - & C.CH = CH^2. \\ H^3C \diagup & \end{matrix}$$

Au cours de ses longues et consciencieuses recherches sur la pinacoline et ses dérivés (²), M. De Lacre a démontré quelle est la véritable nature de cet hydrocarbure en même temps qu'il a fait connaître le véritable *pseudo-buthyl-éthylène* $(H^3C)^3 - C.CH = CH^2$, qui bout à 42°. C'est une question actuellement résolue.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, en remplacement de feu M. *Brouardel.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 65,

M. J. Tannery	obtient.	25 suffrages
M. Carpentier	»	21 »
M. Cornil	»	14 »
M. L. Teisserenc de Bort	»	5 »

Aucun des candidats n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin. Le nombre des votants étant encore 65,

M. J. Tannery	obtient.	29 suffrages
M. Carpentier	»	22 »
M. Cornil	»	13 »
M. L. Teisserenc de Bort	»	1 »

(¹) F. Couturier, *Contribution à l'étude de la pinacone et de ses dérivés* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6ᵉ série, t. XXVI, 1892, p. 469).

(²) *Recherches sur la notion de l'individualité chimique à propos de la constitution de la pinacoline.* Juillet 1904. Dans les *Mémoires* in-8° de l'Académie Royale de Belgique.

Aucun des candidats n'ayant encore réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin qui, conformément au Règlement, doit être un scrutin de ballottage entre MM. J. Tannery et Carpentier. Le nombre des votants étant encore 65,

M. J. Tannery obtient. . . . . 34 suffrages
M. Carpentier » . . . . 31 »

M. J. **Tannery**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouveaux résultats obtenus dans la recherche et le dosage du formène;* par M. **Nestor Gréhant**.

Je désire appeler l'attention de l'Académie sur un perfectionnement très simple et très utile de l'appareil que j'ai eu l'honneur de lui présenter le 26 novembre 1906.

Au lieu d'employer pour faire brûler le formène, gaz principal du grisou, des cloches de différents diamètres, j'ai fait construire des cloches à ampoule cylindrique d'une capacité exacte de 50^{cm^3} qui se continuent par un tube étroit gradué en centimètres cubes et dixièmes : dans une première cloche, que j'appelle *eudiomètre-grisoumètre de Gréhant,* je n'ai fait graver que 8^{cm^3}; dans une seconde cloche plus grande le tube contient 25^{cm^3}.

L'inflammateur est pourvu d'une anse de platine tournée en spirale qui pénètre jusqu'au centre de l'ampoule au milieu du plus grand volume de gaz :

1° 6^{cm^3} de formène pur sont ajoutés à de l'air pour faire 100^{cm^3}, mélange à 6 pour 100; j'introduis à l'aide d'un entonnoir à gaz, dans l'eudiomètre-grisoumètre plein d'eau, $57^{cm^3},5$ de mélange qui renferment exactement $3^{cm^3},45$ de formène.

Le premier passage du courant donne une flamme ne produisant aucun bruit; on enlève l'inflammateur sous l'eau, après le refroidissement des gaz et l'absorption de l'acide carbonique par la potasse, on lit 53^{cm^3} de gaz : la réduction est égale à

$$57^{cm^3},5 - 53^{cm^3} = 4^{cm^3},5$$

dont le tiers $1^{cm^3},5$ représente le formène.

La combustion est incomplète, puisqu'il reste dans la cloche

$$3^{cm^3},45 - 1^{cm^3},5 = 1^{cm^3},95$$

de formène.

Pour doser cette partie, l'expérience montre qu'il faut faire passer deux cents fois le

courant pour porter le platine au rouge blanc; on obtient une nouvelle réduction égale à $5^{cm^3},4$ dont le tiers est $1^{cm^3},8$; en ajoutant les nombres $1^{cm^3},5$ et $1^{cm^3},8$, on obtient $3^{cm^3},3$, chiffre très voisin de $3^{cm^3},45$.

2° J'ai composé un mélange de 10^{cm^3} de formène pur avec 990^{cm^3} d'air. Par une longue agitation j'ai obtenu un mélange homogène à 1 pour 100.

J'introduis successivement dans mon eudiomètre-grisoumètre 55,5 de ce mélange, puis 55,5 de mélanges à $\frac{1}{200}$ et à $\frac{1}{400}$.

Voici les résultats qui ont été obtenus :

Formène employé.	Formène retrouvé : 100 passages.	200 passages.
cm³	cm³	cm³
0,55	0,4	0,5
0,28	0,2	0,27
0,14	0,1	0,13

On voit donc sur quel degré d'exactitude on peut compter avec des instruments très simples qui rendront, je l'espère, les plus grands services dans la recherche et le dosage du formène dans les mines de houille.

L'avantage que présente l'emploi de l'ampoule, c'est que 200 passages du courant suffisent pour brûler complètement le formène dans des mélanges rares, tandis que 400 passages et plus sont indispensables pour obtenir le même résultat dans de longues cloches cylindriques : ainsi se trouveront abrégées les analyses de l'air puisé dans les galeries.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce la mort de M. *François-Joseph Herrgott*, Correspondant de l'Académie pour la Section de Médecine et Chirurgie, décédé le 4 mars, à Nancy, dans sa 93e année.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Trois fascicules de l'Ouvrage intitulé : *Les Grottes de Grimaldi* (Baoussé-Roussé). (Présentés par M. A. Gaudry.)

2° Les deux premiers fascicules de la *Revue de l'Électrochimie et de l'Électrométallurgie*.

ASTRONOMIE. — *Sur une nouvelle comète.* Note de M. GIACOBINI, présentée par M. Bassot.

J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie la découverte d'une nouvelle comète que j'ai faite dans la nuit du 9 mars dernier, à l'Observatoire de Nice, et de lui communiquer les positions obtenues dans cette soirée.

Comète 1907 a.

Dates. 1907.	Temps moyen de Nice.	Δα.	ΔⓅ.	Nombre de compar.	★.
	h m s	m s	′ ″		
Mars 9........	10.10.53	+0. 9,17	+ 6.20,1	17:10	1
» 9........	11.17.54	−0.15,86	+11. 2,9	12:10	2

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1907,0.

★.	Autorités.	Gr.	Asc. droite moyenne.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
1...	Paris, 8749	7,8	7. 4.21,85	+0,39	108.27.21,1	+16,1
2...	D.M. −18°, 1701 / 2 obs. Washington	8,9	7. 4.38,06	+0,39	108. 7.20,3	+16,1

Positions apparentes de la comète.

Date. 1907.	Ascension droite.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Mars 9............	7. 4.31,41	$\bar{1}$,388	108.21.17,1	0,874$_n$
» 9............	7. 4.22,59	$\bar{1}$,537	108.18.39,3	0,850$_n$

Remarque. — La comète est une nébulosité d'aspect rond, 20″ de diamètre, noyau de 11e grandeur; elle semble avoir une queue dans l'angle de position de 180°.

ÉLASTICITÉ. — *Sur les déformations élastiques qui laissent invariables les longueurs d'une triple infinité de lignes droites.* Note de M. G. KŒNIGS.

1. Le problème que je vais résoudre est une suite naturelle des questions que j'ai traitées dans deux Notes récentes (28 janvier, 18 février) et qui concernaient la courbure des enveloppes dans un solide en mouvement.

Nous avons vu que toute courbe (E) douée d'enveloppe est définie par la condition d'admettre comme tangente, en chacun de ses points P, une génératrice t_P d'un cône Γ_P (cône des vitesses) qui a ce point pour sommet. Il en résulte que, si l'on considère toutes celles de ces courbes (E) qui passent par P et y ont t_P pour tangente, les axes de courbure δ de ces courbes (relatifs au point P) forment un faisceau dans le plan normal commun Π_P : le centre P_1 de ce faisceau est le point associé. Il y a là un fait général.

2. Prenons, d'une façon générale, les courbes C qui vérifient une équation de la forme

$$f(x, y, z, dx, dy, dz) = 0, \tag{1}$$

ce qui équivaut à dire que la tangente t_P en tout point P d'une telle courbe doit être une génératrice d'un certain cône Γ_P ayant ce point pour sommet. Si l'on envisage les axes de courbure δ (relatifs au point P) de toutes celles de ces courbes qui passent par P et y ont la même tangente t_P, *ces axes de courbure δ forment dans le plan normal commun un faisceau.*

Si l'on appelle α, β, γ les cosinus directeurs de t_P, on a

$$f(x, y, z, \alpha, \beta, \gamma) = 0, \tag{2}$$

et l'on trouve aisément que les coordonnées (x_1, y_1, z_1) du sommet P_1 de ce faisceau sont données par les formules

$$\frac{x_1 - x}{\frac{\partial f}{\partial \alpha}} = \frac{y_1 - y}{\frac{\partial f}{\partial \beta}} = \frac{z_1 - z}{\frac{\partial f}{\partial \gamma}} = \frac{-1}{\alpha \frac{\partial f}{\partial x} + \beta \frac{\partial f}{\partial y} + \gamma \frac{\partial f}{\partial z}}. \tag{3}$$

La droite PP_1 (que nous appellerons encore d_P^{nn}) est normale au plan Ω_P tangent au cône Γ_P le long de t_P; d_P^{nn} est ainsi la génératrice du cône supplémentaire.

On voit qu'ici encore *le cercle décrit sur* PP_1 *comme diamètre est le lieu des centres de courbure des courbes* C *considérées.*

Si l'on a

$$\alpha \frac{\partial f}{\partial x} + \beta \frac{\partial f}{\partial y} + \gamma \frac{\partial f}{\partial z} = 0, \tag{4}$$

le point P_1 est rejeté à l'infini. Les axes δ sont alors tous parallèles à la droite d_P^{nn} et le plan Ω_P se trouve être le plan osculateur commun à toutes les courbes C considérées.

3. Maintenant deux choses peuvent arriver: ou bien l'équation (4) n'a lieu que pour certaines valeurs de α, β, γ, ou bien l'équation (4) est une identité. Nous nous attacherons à cette dernière hypothèse. Pour qu'elle ait lieu, il faut et il suffit que le cône Γ_P soit le cône d'un complexe (quelconque d'ailleurs).

Dans ce cas, le plan Ω_P est *toujours* le plan osculateur de la courbe, proposition connue, mais dont la véritable place dans la théorie générale résulte des explications qui précèdent. La proposition énoncée plus haut en est la généralisation directe.

4. Je vais appliquer ces considérations au problème des lignes d'extension nulle qui peuvent se présenter au cours d'une déformation élastique.

Si l'on prend des points voisins (x, y, z) $(x + dx, y + dy, z + dz)$ dont le carré de la distance soit

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2, \tag{5}$$

le carré de cette distance devient, après la déformation,

$$\begin{cases} ds_1^2 = ds^2 + 2(e_1\,dx^2 + e_2\,dy^2 + e_3\,dy^2 + e_3\,dz^2 \\ \qquad + g_1\,dy\,dz + g_2\,dz\,dx + g_3\,dx\,dy). \end{cases} \tag{6}$$

Les lignes d'extension nulle seront donc définies par l'équation différentielle unique

$$f = e_1\,dx^2 + e_2\,dy^2 + e_3\,dz^2 + g_1\,dy\,dz + g_2\,dz\,dx + g_3\,dx\,dy = 0. \tag{7}$$

Nous tombons donc sur une équation de la forme (1) et tout ce qui a été dit est applicable à ces courbes.

Nous nous arrêterons plus spécialement au cas où, parmi ces lignes, il y aurait des lignes droites. Si α, β, γ sont les cosinus directeurs d'une telle droite et x, y, z les coordonnées d'un de ses points, on devra avoir

$$\begin{cases} f(x, y, z, \alpha, \beta, \gamma) = e_1\alpha^2 + e_2\beta^2 + e_3\gamma^2 \\ \qquad + g_1\beta\gamma + g_2\gamma\alpha + g_3\alpha\beta = 0. \end{cases} \tag{8}$$

La droite devra être une génératrice des cônes Γ_P de tous ses points.

Si cette propriété doit appartenir à une triple infinité de droites, c'est-à-dire aux droites d'un complexe, il faudra que Γ_P soit le cône du complexe et que la relation (4) ait lieu identiquement. Les calculs donnent le résultat suivant :

Si (u, v, w) sont les composantes du déplacement éprouvé par le

point (x, y, z), par suite de la déformation, on a

$$(9)\quad \begin{cases} u = (cy - b'z)x + c'y^2 - bz^2 + \alpha_0 yz + \alpha_1 y + \alpha_2 z + \alpha_3 x + \alpha_4, \\ v = (az - c'x)y + a'z^2 - cx^2 + \beta_0 zx + \beta_1 z + \beta_2 x + \beta_3 y + \beta_4, \\ w = (bx - a'y)z + b'x^2 - ay^2 + \gamma_0 xy + \gamma_1 x + \gamma_2 y + \gamma_3 z + \gamma_4. \end{cases}$$

Les $a, b, c, a', b', c', \alpha_i, \beta_i, \gamma_i$ sont constants, assujettis à l'unique condition $\alpha_0 + \beta_0 + \gamma_0 = 0$. Ce qui permet de poser $\alpha_0 = m - n$, $\beta_0 = n - l$, $\gamma_0 = l - m$; nous ferons aussi $\alpha_3 = l_0$, $\beta_3 = m_0$, $\gamma_3 = n_0$, $\beta_1 + \gamma_2 = l_1$, $\gamma_1 + \alpha_2 = m_1$, $\alpha_1 + \beta_2 = n_1$ et alors l'expression $e_1\alpha^2 + e_2\beta^2 + \ldots + g_3\alpha\beta$ devient

$$(10)\quad \begin{cases} f = (l\alpha + a\beta + a'\gamma)(\beta z - \gamma y) + (b'\alpha + m\beta + b\gamma)(\gamma x - \alpha z) \\ \qquad + (c\alpha + c'\beta + n\gamma)(\alpha y - \beta x) + l_0\alpha^2 + m_0\beta^2 + n_0\gamma^2 + l_1\beta\gamma + m_1\gamma\alpha + n_1\alpha\beta. \end{cases}$$

On voit bien apparaître dans $f = 0$ l'équation d'un complexe quadratique. Il admet comme surface de singularités, outre le plan de l'infini, une surface cubique réciproque d'une surface de Steiner. Le plan de l'infini est un plan tangent triple de cette surface cubique.

A toute direction de droite $\Delta(\alpha, \beta, \gamma)$ il correspond un plan tangent de cette surface cubique et les droites du complexe parallèles à cette direction Δ ont comme lieu ce plan tangent. On obtient en particulier la droite singulière parallèle à Δ en prenant celle de ces droites qui passe au point de contact.

MÉCANIQUE. — *Sur les ondes de choc et combustion. Stabilité de l'onde explosive.* Note de MM. **Crussard** et **Jouguet**, présentée par M. Jordan.

L'un de nous, étudiant récemment les *ondes de choc et combustion* dans les gaz, a signalé diverses propriétés de l'onde explosive et montré notamment sa stabilité [1]. Nous nous proposons de retrouver et d'étendre ces propriétés en appliquant la méthode donnée par le second d'entre nous dans deux Notes sur l'accélération des ondes de choc, dont nous

---

(1) Crussard, *Sur quelques propriétés de l'onde explosive* (*Comptes rendus*, 25 février 1907). Cette Note est développée dans un Mémoire qui paraîtra dans le prochain numéro du *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*.

suivrons ici les notations [1]. Nous désignerons par σ le volume spécifique.

Nous supposerons ici que la combustion, incomplète dans l'onde, s'achève, en arriere, d'une manière adiabatique réversible suivant la loi de la dissociation. La nature des gaz sera laissée aussi indéterminée que possible.

I. Après l'onde, par suite de la combustion résiduelle, l'énergie interne ε est une simple fonction η de σ et de l'entropie s. On a

$$(1) \qquad \mathrm{T} = \frac{\partial \eta_2}{\partial s_2}, \qquad p_2 = -\frac{\partial \eta_2}{\partial \sigma_2};$$

$$(2) \qquad (p_2 + p_1)(\sigma_2 - \sigma_1) + 2(\eta_2 - \varepsilon_1) = 0 \qquad \text{(loi d'Hugoniot).}$$

(1) et (2) définissent, dans le plan des σ_2, p_2, une courbe H' dont la tangente a pour coefficient angulaire

$$(3) \qquad \frac{dp_2}{d\sigma_2} = \frac{2\mathrm{T}_2 \dfrac{\partial p_2}{\partial \sigma_2} + (p_2 - p_1)\dfrac{\partial p_2}{\partial s_2}}{2\mathrm{T}_2 + (\sigma_2 - \sigma_1)\dfrac{\partial p_2}{\partial s_2}}.$$

Le point G'_1 de cette courbe où la tangente passe par le point σ_1, p_1 est donc tel que $\frac{p_2 - p_1}{\sigma_2 - \sigma_1} = \frac{\partial p_2}{\partial \sigma_2}$, c'est-à-dire que la vitesse D de l'onde de choc et combustion correspondante est égale à la vitesse E_2 des petits ébranlements en arrière. C'est l'*onde explosive*.

II. L'allure de la courbe H' ne peut se discuter entièrement si on laisse complètement indéterminée la nature des gaz. Mais les gaz naturels sont voisins de l'état parfait et la dissociation est faible dans les phénomènes explosifs. Dans ces conditions, on voit facilement, même en tenant compte de la croissance des chaleurs spécifiques avec la température, que le numérateur de (3) est négatif et son dénominateur positif. Bornons-nous à la partie de la courbe H' où $\sigma_2 < \sigma_1$. Le point G'_1 y sépare alors deux arcs : les points du premier arc correspondent à des ondes plus comprimées que l'onde explosive et pour lesquelles $D < E_2$; ceux du second, à des ondes moins comprimées que l'onde explosive et pour lesquelles $D > E_2$.

III. Soit une onde de choc et combustion, plane et condensée ($\sigma_2 < \sigma_1$),

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 831 et 1034. Voir aussi Jouguet, *Sur la propagation des réactions chimiques* (*Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 1905-1906).

se propageant dans un état d'équilibre homogène. On a

$$(4)\qquad r\mathrm{D} = \frac{p_2 - p_1}{u_2 - u_1} = \sqrt{\frac{p_2 - p_1}{\sigma_1 - \sigma_2}}.$$

Les équations du mouvement après l'onde sont

$$(5)\qquad \frac{\partial x}{\partial a} = r\sigma, \qquad \frac{\partial p}{\partial a} = -r\frac{\partial^2 x}{\partial t^2}.$$

Posons, pour les fonctions u_2, p_2, σ_2,

$$\frac{d}{dt} = \frac{\partial}{\partial t} + \mathrm{D}\frac{\partial}{\partial a}.$$

Alors (2), (4), (5) donnent

$$(6)\qquad \left\{\begin{array}{l} \dfrac{du_2}{dt} = \mathrm{L}\dfrac{dp_2}{dt}, \qquad \dfrac{d\sigma_2}{dt} = -\mathrm{M}\dfrac{dp_2}{dt}, \qquad r\dfrac{d\mathrm{D}}{dt} = \mathrm{N}(\mathrm{E}_2^2 - \mathrm{D}^2)\dfrac{dp_2}{dt}; \\ \mathrm{P}\dfrac{dp_2}{dt} = 2r^2(\mathrm{D}^2 - \mathrm{E}_2^2)\dfrac{\partial\sigma_2}{\partial t}; \end{array}\right.$$

L, M, N, P étant positifs, au moins quand s'applique le § II.

L'onde explosive ($\mathrm{D} = \mathrm{E}_2$) a une vitesse constante. Il peut y avoir d'autres ondes à vitesse constante, si $\frac{\partial\sigma_2}{\partial t} = 0$. C'est ce qui arrive quand le gaz, après l'onde, reste en état d'équilibre chimique et est animé d'une translation. Mais une telle onde n'est pas indifférente aux conditions aux limites.

Supposons $\frac{\partial\sigma_2}{\partial t} > 0$, comme il l'est sans doute, au bout d'un certain parcours, dans toute onde provoquée par une impulsion brève. Alors, si l'onde est plus comprimée que l'onde explosive, on a $\mathrm{D} < \mathrm{E}_2$; la pression et la densité au front diminuent, l'onde se ralentit et se rapproche de l'onde explosive. Dans le cas contraire, on a $\mathrm{D} > \mathrm{E}_2$; la pression et la densité au front croissent, l'onde se ralentit et se rapproche encore de l'onde explosive. Celle-ci est donc stable.

On remarquera que nous avons évité d'invoquer le postulat énoncé récemment par l'un de nous [1]. Ce postulat serait utile pour éliminer une interprétation de l'onde explosive dans laquelle on aurait $\frac{\partial\sigma_2}{\partial t} = 0$, $\mathrm{E}_2 < \mathrm{D}$.

---

[1] *Remarque sur les ondes de choc* (*Comptes rendus*, 25 février 1907).

Une telle onde aurait une vitesse constante et indifférente aux conditions aux limites, mais ne serait probablement pas persistante.

PHYSIQUE. — *Conditions de formation des centres électrisés de faible mobilité dans les gaz*. Note de M. **Maurice de Broglie**, présentée par M. Mascart.

L'étude de la conductibilité des gaz issus des flammes a montré qu'ils renferment des centres électrisés des deux signes qui se distinguent des ions dus aux rayons de Röntgen par deux propriétés remarquables.

1° Leur mobilité est beaucoup moindre et tend, à mesure que le gaz se refroidit, vers la valeur de $\frac{1}{200}$ de millimètre dans un champ de 1^{volt} par centimètre, 2000 fois plus petite que le nombre trouvé pour les ions des rayons de Röntgen.

2° Ils provoquent la condensation de la vapeur d'eau pour de très faibles sursaturations.

Ces deux propriétés les rapprochent des ions de faible mobilité signalés par M. Langevin dans l'air atmosphérique (auxquels ce physicien a donné le nom de gros ions) et de ceux étudiés par M. Bloch dans l'air ayant passé sur du phosphore.

On peut imaginer que ces gros centres électrisés soient le résultat de l'union d'une charge électrique portée par un ion analogue aux ions des rayons de Röntgen et d'une agglomération matérielle neutre : cette agglomération ayant pu, soit se former autour du centre électrisé qui lui servirait de noyau, soit l'avoir attiré après coup, à cause de sa charge électrique.

De toute façon il faudrait, suivant cette manière de voir, pour former un gros ion, provoquer la formation d'une agglomération matérielle en présence d'un gaz renfermant des petits ions.

C'est pour étudier, dans cet ordre d'idées, les circonstances de formation des ions de faible mobilité qu'ont été réalisées les expériences qui suivent. Elles montrent que la flamme d'oxyde de carbone, qui ne donne pas de produits solides ou liquides, ne donne pas non plus de gros centres électrisés, et qu'on en obtient au contraire, quand on provoque la formation de vapeur d'eau en présence d'un gaz dans lequel soit une action chimique, soit les radiations du radium ou de Röntgen produisent de petits ions.

Deux dispositifs ont été employés :

1° On fait passer dans un tube de terre vernissée, chauffé aux environs du rouge, un courant d'air mélangé de quelques bulles de gaz combustible, le tout étant desséché puis filtré par une longue colonne de coton. Le gaz sortant est dirigé dans un ballon renfermant un peu d'eau et dans lequel on peut faire des compressions et des détentes : la présence de gros centres se manifeste par l'apparition d'un fort brouillard. Ces centres se forment lorsqu'on réalise les conditions simultanées de chauffage au rouge et de la présence de quelques bulles d'un gaz dont la combustion puisse fournir un composé solide ou liquide, comme, par exemple, l'hydrogène ou les gaz hydrogénés.

Si le gaz combustible est l'oxyde de carbone et que la partie chauffée ait été bien débarrassée de toute trace d'humidité, le gaz du ballon reste limpide.

2° On substitue au ballon un long condensateur cylindrique relié à un électromètre Curie et disposé pour recueillir les centres électrisés ainsi que pour mesurer leur mobilité.

La conductibilité apparaît dans les conditions où se produisait le brouillard, et l'ordre de grandeur des mobilités est tout à fait comparable à celui que M. Bloch a déterminé pour les gaz de la flamme à la même température. La mobilité diminue quand on augmente la quantité d'hydrogène.

L'eau vaporisée à haute température en présence d'un corps poreux paraît susceptible de fournir à la fois tous les éléments d'un gros ion; un tube chauffé au rouge, renfermant quelques fragments de pierre ponce préalablement calcinée, puis humidifiée, charge de gros centres électrisés un courant d'air sec et filtré qui le traverse; si la pierre ponce est sèche, le même phénomène se produit en employant un courant d'air humide et filtré, et les mobilités sont toujours du même ordre de grandeur.

Dans les flammes usuelles, il y a formation de vapeur d'eau et souvent de carbone divisé; ces corps peuvent fournir la substance de l'agglomération matérielle des gros centres électrisés. Une flamme exempte de composés liquides ou solides se comporterait-elle de même?

La question se posait alors de savoir si les gaz issus de la flamme d'oxyde de carbone sec et filtré brûlant dans de l'air sec et filtré présenteraient les propriétés des gaz de flamme ordinaires.

Pour étudier ce cas, on a fait brûler, dans un tube de verre muni d'une boule de 6^{cm} de diamètre, un jet d'oxyde de carbone au bout d'un tube de plomb; la flamme peut avoir 1^{cm} de longueur et le tube a d'abord été bien débarrassé de toute couche d'eau adhérente par un chauffage prolongé dans un courant d'air sec.

Les gaz issus de cette flamme ne présentent pas, même après plusieurs minutes, d'ions de faible mobilité.

Ils laissent absolument limpide l'atmosphère d'un ballon à condensation.

Ces gaz sont cependant chargés au voisinage de la flamme, mais leurs ions possèdent

une mobilité de l'ordre de celle des ions des rayons de Röntgen et disparaissent très rapidement par recombinaison et diffusion.

Si l'on vaporise en leur présence la couche d'eau adhérente à la paroi d'un tube mal desséché, le gaz reprend tous les caractères d'un gaz de flamme ordinaire.

Cependant l'humidité déjà présente dans le gaz à l'état de vapeur, comme celle d'un gaz non desséché mais filtré, ne paraît pas donner de gros centres.

Dans ces deux dernières expériences la flamme d'oxyde de carbone peut être remplacée par les rayons du radium ou de Röntgen qui donnent les petits ions nécessaires à la charge des agglomérations matérielles formées.

Enfin, en présence d'air non filtré, la flamme d'oxyde de carbone donne des gaz analogues aux gaz de flammes ordinaires : on sait que, dans ces conditions, le radium et les rayons de Röntgen ne donnent que des ions de grande mobilité.

La présence des centres de faible mobilité dans les gaz issus des flammes paraît donc liée à la production dans la flamme de produits solides ou liquides ou à la présence des centres existant antérieurement à l'état normal dans l'air atmosphérique.

PHOTOGRAPHIE. — *Contribution à l'étude de l'image latente photographique.* Note de M. **Eug. Demole**, présentée par M. Lippmann.

Trois faits sont dès longtemps connus : 1° une plaque photographique sensible, soumise à l'action du bichromate de potassium, acquiert la propriété, une fois lavée et séchée, puis exposée derrière un négatif, de reproduire ce négatif par le développement en plein jour; 2° une impression lumineuse prolongée altère l'image latente qui se trouve alors renversée au développement; 3° lorsque la couche sensible s'impressionne en présence de substances oxydantes, ces dernières facilitent le renversement de l'image. Je me suis proposé d'étudier l'action des oxydants faibles sur l'image latente, non plus pour la détruire, comme ce serait le cas avec un oxydant énergique, mais pour chercher à l'engager dans une combinaison nouvelle qui permette d'en déduire la constitution.

Lorsqu'on plonge quelques minutes dans une solution de ferricyanure de potassium à 1 pour 100 une plaque qui a reçu une impression lumineuse, qu'on la rince et qu'on la développe dans un bain d'hydroquinone et de potasse additionné de sulfite de sodium, on observe deux faits remarquables : le premier, c'est que la plaque peut avoir reçu une forte surexposition sans que le développement en soit pour cela accéléré, ni que le résultat en soit le moins du monde compromis : l'oxydant joue le rôle d'un régu-

lateur du temps de pose; le second, c'est que, si l'on développe à la lumière blanche d'une bougie, le cliché obtenu sera positif au lieu d'être négatif, comme il aurait été si le développement eût été éclairé à la lumière rouge.

Le renversement de l'image s'opère, même après une pose très courte, mais l'image est plus vigoureuse après une exposition prolongée.

Ces faits doivent, semble-t-il, être rapprochés, dans une certaine mesure, de ceux connus sous le nom de *solarisation*, bien que ce phénomène soit toujours le propre d'une exposition prolongée.

La régularisation du temps de pose par l'oxydation peut aussi s'appliquer à certains papiers au gélatinobromure d'argent, par exemple le papier *orthobrome* de la Maison Gevaert, d'Anvers. La seule précaution à prendre est d'ajouter à la solution oxydante 5 pour 100 d'acide acétique cristallisable.

Les clichés et épreuves que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie ont été exécutés d'après ces indications.

Si la pose se trouve prolongée au delà d'une certaine limite, l'image subit un second renversement en sens inverse du premier. Ainsi, soit une plaque sensible Lumière, étiquette bleue, exposée derrière un négatif, à 50^{cm} d'une lampe à arc. Une seconde d'exposition donnera une bonne copie positive, si le développement est exécuté à la lumière rouge. Si l'on prolonge l'exposition, puis qu'on oxyde la plaque, et qu'on la développe à la lumière blanche, on peut poser de 1 à 170 secondes et obtenir constamment un cliché renversé, soit négatif. A 180 secondes d'exposition, on obtient tout d'abord, au développement, un positif qui, peu à peu, devient négatif. A 7 minutes d'exposition, le positif se montre tout d'abord et ne se modifie pour ainsi dire pas, mais les blancs ne sont pas très purs. A 14 minutes d'exposition, le positif est cette fois définitif, indestructible, et l'on a de la sorte réalisé ce problème tant cherché du développement en pleine lumière.

Si l'on suppose que l'image latente photographique est constituée par un sous-bromure d'argent Ag^2Br, résultant de la scission opérée par la lumière sur le bromure d'argent, en présence d'un corps comme la gélatine, capable d'absorber le brome, le sous-bromure d'argent, corps très instable, subira aisément l'oxydation pour donner un oxy-bromure Ag — O — Br, d'après l'équation

$$4(Ag^2Br) + 4H^2O + 3O^2 = 4(Ag - O - Br) + 4AgOH + 2H^2O.$$

Cet oxy-bromure d'argent hypothétique, difficilement réduit par la seule action du développateur, est plus réductible grâce à l'action combinée du développateur et de la lumière active, mais il est moins promptement réduit que le bromure d'argent environnant qui n'a pas été altéré par l'oxydation.

Dès lors, l'image latente se trouvant stable et la surface environnante ne l'étant pas, l'image est renversée.

L'hypothèse par laquelle on se rend compte de cette réaction repose sur

l'existence du sous-bromure d'argent, comme substance constitutive de l'image latente, existence qui n'a pas encore été démontrée. Ces recherches sont poursuivies.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une méthode exacte de séparation de l'ammoniaque et de la monométhylamine.* Note [1] de M. **Maurice François**, présentée par M. Guignard.

Toutes les méthodes de préparation de la monométhylamine la fournissent mélangée d'une forte quantité d'ammoniaque que l'on doit éliminer ultérieurement. A en juger par les échantillons les plus purs des laboratoires et du commerce, il s'en faut de beaucoup que cette élimination soit effectuée de façon satisfaisante.

Les échantillons contenant 20 pour 100 d'ammoniaque ne sont pas rares, ceux qui n'en contiennent pas sont introuvables. Il y a cependant intérêt à pouvoir obtenir des amines absolument exemptes d'ammoniaque, si l'on veut les faire servir à des déterminations d'ordre physique où à la préparation de certains sels non purifiables par cristallisation. J'ai utilisé dans ce but l'oxyde jaune de mercure qui se combine à l'ammoniaque pour former l'oxyde ammonio-mercurique et, comme je l'ai reconnu, ne réagit pas sur la monométhylamine. Cette réaction, que j'ai appliquée aux autres amines très volatiles : la diméthylamine, la triméthylamine, la monoéthylamine, la diéthylamine, la triéthylamine, fournit, lorsqu'on l'applique aux amines gazeuses, un produit rigoureusement exempt d'ammoniaque; appliqué aux amines dissoutes, il donne un produit qui contient sûrement moins de $\frac{2}{1000}$ d'ammoniaque.

Purification par l'oxyde de mercure. Voie sèche. — Si l'on fait passer lentement un courant d'air chargé de gaz ammoniac sur de l'oxyde jaune de mercure contenu dans deux ou trois tubes de 1^m de long et 2^{cm} environ de diamètre, le gaz ammoniac est complètement absorbé. Aucune trace ne passe outre, puisque l'air sortant des tubes ne colore ni ne trouble le réactif de Nessler qu'il traverse; or, on sait que le réactif de Nessler décèle des fractions de milligramme d'ammoniaque. Si l'on entraîne de la même façon, dans le même appareil, de la monométhylamine, elle n'est pas fixée et passe outre tout entière. Si donc on fait passer lentement un mélange

(1) Présentée dans la séance du 4 mars 1907.

d'ammoniaque et de méthylamine gazeuses sur de l'oxyde jaune de mercure présentant une surface absorbante suffisante, on recueillera à l'extrémité de l'appareil de la méthylamine absolument exempte d'ammoniaque.

Étant donné qu'il est difficile d'obtenir un courant régulier de méthylamine, je décrirai la méthode complète de purification.

L'appareil producteur de méthylamine est composé d'un matras de 2^l environ reposant sur un bain-marie qui sera maintenu bouillant pendant l'opération et contenant 300^g environ d'une solution de soude à 50 pour 100. Son bouchon à trois trous est traversé par un tube droit allant jusqu'au fond du matras et destiné à donner passage à l'air qui doit traverser l'appareil; par un large tube abducteur ayant la forme d'un réfrigérant ascendant, taillé en biseau à sa base, qui ramènera dans le matras l'eau condensée; enfin, par un tube à entonnoir dont la partie inférieure plonge dans un petit tube à essais de 1^{cm} de diamètre et 7^{cm} à 8^{cm} de hauteur. Une solution presque saturée du chlorhydrate de méthylamine à purifier, contenue dans un entonnoir ordinaire dont la douille est réunie à un tube effilé par un tube de caoutchouc muni d'une pince, s'écoule goutte à goutte dans le tube à entonnoir, remplit le petit tube à essai, en déborde et vient s'étaler à la surface de la soude constamment agitée par le courant d'air, en produisant un dégagement régulier de méthylamine qu'on règle à volonté.

Cet appareil producteur de méthylamine est relié à deux grands tubes en U garnis de potasse fondue et destinés à dessécher les gaz. Ceux-ci sont suivis de dix tubes de 1^m sur 2^{cm} de diamètre réunis entre eux par de petits tubes coudés et remplis d'oxyde jaune de mercure maintenu entre deux tampons de coton de verre. L'oxyde jaune granulé, de la grosseur de la poudre de chasse que l'on trouve actuellement dans le commerce, convient particulièrement pour cet usage. Viennent ensuite les vases nécessaires à absorber la méthylamine purifiée : laveurs de Durand, sans tube de sûreté, garnis d'eau ou d'acide chlorhydrique ou tube refroidi; l'appareil se termine par un aspirateur constitué par un grand flacon à tubulure inférieure disposé comme un vase de Mariotte et dans lequel l'écoulement d'eau, et partant la vitesse du courant d'air, est réglé par une pince à vis placée sur le caoutchouc que porte la tubulure inférieure. Un tel aspirateur produit un courant d'air très régulier en même temps qu'il maintient dans tout l'appareil une faible dépression, ce qui évite des pertes. Son débit ne doit pas dépasser 1^l à l'heure.

Ce procédé de purification donne une méthylamine rigoureusement exempte d'ammoniaque. Il est toutefois assez lent, puisqu'on ne peut guère traiter plus de 150^g de chlorhydrate en une journée.

Le procédé suivant, beaucoup plus rapide et presque aussi rigoureux, pourra être employé dans la plupart des cas.

Purification par l'oxyde de mercure. Voie humide. — Si l'on prend une solution faible de monométhylamine exactement titrée, qu'on l'agite pendant 1 heure avec de l'oxyde jaune de mercure pur et si, après un repos de 24 heures, on en prend de nouveau le titre, on observe que ce titre n'a pas varié. Si l'on traite de même une solution faible d'ammoniaque, l'ammoniaque est absorbée par l'oxyde de mercure, mais il reste en solution une petite quantité d'un composé ammonio-mercurique; la liqueur filtrée précipite en effet en blanc par addition de soude ou de carbonate de soude, en brun

par le réactif de Nessler. Si la solution ammoniacale a été additionnée au préalable d'une petite quantité de soude et de carbonate de soude, l'ammoniaque est totalement absorbée et il n'en reste sous aucune forme dans la liqueur.

D'où le procédé de séparation suivant. La solution de méthylamine, que nous supposons contenir 70g de méthylamine et 7g d'ammoniaque toutes deux libres et occuper 2000cm³, renfermée dans un flacon à émeri, est agitée sans discontinuer, par retournement successif du flacon, pendant 1 heure avec 200g d'oxyde de mercure (théoriquement 430g HgO absorbent 17g AzH^3). On décante sur un filtre et on lave l'oxyde par décantation avec un peu d'eau. A la liqueur filtrée on ajoute 40cm³ de lessive de soude ordinaire et 40cm³ de solution saturée de carbonate de soude, puis 100g d'oxyde de mercure; on agite de nouveau pendant 1 heure et l'on filtre sans laver l'oxyde. La liqueur est exempte d'ammoniaque, il ne reste plus qu'à la distiller pour en retirer la méthylamine. J'espère montrer prochainement comment on peut contrôler les résultats par une réaction sensible.

J'ai vérifié que les deux méthodes de séparation qui viennent d'être décrites peuvent servir à purifier d'ammoniaque la diméthylamine, la triméthylamine, la monoéthylamine, la diéthylamine, la triéthylamine. Je dois signaler que la méthode par voie sèche devient pénible pour la diéthylamine qui, bouillant à 52°, ne peut être entraînée facilement sous forme gazeuse dans les tubes à HgO et est presque impraticable pour la triéthylamine qui bout à 89°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution des azoïques dérivés du benzoylacétate d'éthyle.* Note de M. A. Wahl, présentée par M. A. Haller.

Le benzoylglyoxylate d'éthyle, dont j'ai récemment décrit la préparation (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 212, 1907), réagit facilement avec la phénylhydrazine, en donnant toutefois des composés différents suivant les conditions d'expérience et les proportions relatives des deux composants.

Si l'on mélange à froid les quantités équimoléculaires de phénylhydrazine et de benzoylglyoxylate d'éthyle dissoutes dans l'acide acétique étendu, il se précipite une huile jaune qui ne tarde pas à se concréter. La masse cristalline reprise par l'alcool chaud laisse déposer des aiguilles blanches ou très légèrement jaunes fondant à 89°-90° et présentant la composition $C^{17}H^{18}N^2O^4$ d'un produit d'addition des deux corps.

$$C^{17}H^{18}N^2O^4 = C^{11}H^{10}O^4 + C^6H^8N^2.$$

On arrive au même produit en faisant agir les deux composants en milieu alcoolique. Ce composé d'addition est instable, il jaunit très rapidement même dans le vide sec,

puis, finalement, se transforme en une huile et en un mélange de cristaux. En reprenant le produit par l'alcool, on peut, après plusieurs recristallisations, isoler deux corps : l'un formant des prismes jaune citron fondant à 67°-68° et l'autre cristallisé en aiguilles ou en feuillets orangés fondant à 169°-170°. La formation de ce mélange en partant du produit d'addition est plus rapide si l'on traite ce dernier par l'acide acétique bouillant pendant quelque temps.

Les cristaux jaunes fondant à 67°-68° montrent à l'analyse la composition $C^{17}H^{16}N^2O^3$ d'une *monophénylhydrazone* du benzoylglyoxylate d'éthyle :

$$C^{11}H^{10}O^4 + C^6H^8N^2 = H^2O + C^{17}H^{16}N^2O^3.$$

On peut d'ailleurs préparer directement cette monophénylhydrazone en faisant agir avec précaution 1^{mol} de phénylhydrazine sur l'éther benzoylglyoxylique au sein de l'acide acétique glacial à froid. Au contraire, avec 2^{mol} de phénylhydrazine et en milieu acétique bouillant, on obtient le corps orangé fondant à 169°-170°.

Il constitue la 1.3-*diphényl-4-phénylhydrazopyrazalone*-5, déjà décrite par Stierlin (*D. chem. G.*, t. XXI, p. 2120) et par Sachs et Becherescu (*Ibid.*, t. XXXVI, p. 1132):

$$\begin{array}{l} C^6H^5-CO-CO-COOC^2H^5+2(C^6H^5NH.NH^2) \\ = C^6H^5-\underset{\substack{\| \\ N \diagdown \\ \quad N.C^6H^5}}{C}-\underset{\substack{| \\ CO \diagup}}{C}=N-NH.C^6H^5 \quad \begin{array}{l} + 2H^2O \\ + C^2H^6O. \end{array} \end{array}$$

Ce produit s'obtient également dans l'action de la phénylhydrazine sur la phénylhydrazone fondant à 67°-68°.

Constitution de la monophénylhydrazone. — La monophénylhydrazone du benzoylglyoxylate d'éthyle peut répondre à l'une des deux formules :

$$C^6H^5-\underset{\substack{\| \\ N-NH-C^6H^5}}{C}-CO-COOC^2H^5 \quad (I) \quad \text{ou} \quad C^6H^5-CO-\underset{\substack{\| \\ N-NH.C^6H^5}}{C}-COOC^2H^5 \quad (II)$$

suivant que c'est le carbonyle α ou β qui a réagi.

Or la phénylhydrazone ainsi obtenue présente une identité complète avec le benzène-azobenzoylacétate d'éthyle qui se prépare en faisant agir le chlorure de diabenzène sur le benzoylacétate d'éthyle (Stierlin, *loc. cit.*).

Cette identité découle des faits suivants : les deux corps, ainsi que leur mélange, fondent au même point (67°-68°); par saponification, ils fournissent le même acide phénylhydrazobenzoylglyoxylique cristallisant en aiguilles jaune citron et fondant à 140°-141°; chauffés en solution acétique avec 1^{mol} de phénylhydrazine, ils conduisent tous deux à la diphénylphénylhydrazopyrazolone fondant à 169°. Enfin, acétylés par l'anhydride acétique

et une goutte d'acide sulfurique suivant les indications de MM. Bülow et Hailer (*D. chem. G.*, t. XXXV, p. 926), ils donnent le même dérivé acétylé fondant à 150°-151°.

De l'identité de l'azoïque et de la phénylhydrazone je déduis tout d'abord que la constitution de la phénylhydrazone est représentée par la formule (II); c'est donc ici le carbonyle α qui entre en réaction. J'ai vérifié qu'il en est de même dans le cas de la paranitrophénylhydrazine.

Il est remarquable que la phénylhydrazine agisse d'une façon si différente sur deux corps aussi semblables que l'acétyl et le benzoylglyoxylate d'éthyle. Nous avons démontré, en effet, M. Bouveault et moi (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 134), que dans le cas des acétylglyoxylates il se forme des phénylhydrazones au carbonyle β.

L'identité des hydrazones de l'éther benzoylglyoxylique avec les azoïques dérivés de l'éther benzoylacétique conduit à une seconde conclusion : elle me semble résoudre la question tant controversée de la constitution même de ces azoïques. Certains auteurs les considèrent comme des hydrazones (*a*); d'autres, au contraire, comme de véritables azoïques (*b*) :

$$C^6H^5-CO-\underset{\displaystyle N-NH-C^6H^5}{\overset{\|}{C}}-COOC^2H^5 \quad (a) \qquad C^6H^5-CO-\underset{\displaystyle N=N-C^6H^5}{\overset{|}{CH}}-COOC^2H^5 \quad (b)$$

Les faits que je viens de décrire seraient suffisants pour vérifier la première hypothèse et écarter la seconde, à condition toutefois de démontrer que le produit fondant à 67°-68° obtenu avec la phénylhydrazine et le benzoylglyoxylate d'éthyle est bien une hydrazone.

Cette démonstration résulte de ce que l'hydrazone et l'azoïque donnent tous deux, comme je l'ai indiqué, le même dérivé acétylé et que celui-ci réduit par le zinc et l'acide sulfurique fournit, d'après MM. Bülow et Hailer, de l'*acétanilide*. J'ai répété cette expérience dans les conditions indiquées par les auteurs et j'ai pu facilement isoler et caractériser l'acétanilide.

Cette expérience fixe la constitution du dérivé acétylé :

$$C^6H^5-CO-\underset{\displaystyle N-N\Big\langle{}^{C^6H^5}_{COCH^3}}{\overset{\|}{C}}-COOC^2H^5$$

et démontre avec la plus grande netteté la présence d'un atome d'hydrogène lié à l'azote ainsi que l'exige la formule d'une hydrazone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les cétones β-chloréthylées et vinylées. Fixation des dérivés sodés.* Note de MM. **E.-E. Blaise** et **M. Maire**, présentée par M. A. Haller.

Comme nous l'avons déjà montré, la double liaison des cétones vinylées jouit de propriétés additives très marquées. De même que cette double liaison fixe directement les amines primaires et secondaires, de même, elle fixe aisément les divers dérivés sodés organiques. Toutefois, les dérivés sodés ont toujours une réaction alcaline et les cétones vinylées sont très sensibles à l'action des alcalis. De là résulte qu'une partie de la cétone non saturée est toujours polymérisée et, au point de vue du rendement, il y a intérêt à faire réagir les dérivés sodés, non pas sur les cétones vinylées, mais sur les cétones β-chloréthylées correspondantes.

L'éther acétylacétique sodé, préparé en milieu éthéré, réagit très facilement sur la β-chloréthyl-éthylcétone. On obtient ainsi l'octanedione 2.6 méthyloate d'éthyle 3. Ce corps n'est pas distillable sans altération partielle, même dans un vide de $0^{mm},4$; il donne avec le perchlorure de fer une coloration bleu violacé. Sa cyclisation est beaucoup moins aisée que n'auraient pu le faire croire les recherches de Knœvenagel [1]. En effet, ni l'acide sulfurique, ni l'éthylate de sodium ne déterminent la cyclisation, et celle-ci n'a lieu qu'à condition de saturer d'acide chlorhydrique la solution benzénique de l'éther dicétonique. Mais, en opérant ainsi, l'acide chlorhydrique se fixe abondamment sur la double liaison de l'éther cyclohexénonecarbonique et, pour l'éliminer, il est nécessaire de chauffer ensuite avec de la diéthylaniline à 140°. Il est assez remarquable que la cyclisation, pouvant s'effectuer de deux manières, a lieu presque exclusivement dans un seul sens et donne le 3-éthyl-Δ_2-cyclohexénone-6-méthyloate d'éthyle :

$$\begin{array}{l} CH^3-CO-\underset{\displaystyle CO^2C^2H^5}{\underset{|}{CH}}-CH^2-CH^2-CO-C^2H^5 \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} \quad\quad\quad\;\; CH^2-CH^2-C-C^2H^5 \\ \quad\quad\quad\quad\;\; | \quad\quad\quad\quad\;\; \| \\ CO^2C^2H^5-CH-CO-CH \end{array}$$

La constitution de celui-ci est établie par sa saponification qui fournit la 3-éthyl-Δ_2-cyclohexénone. La méthode que nous venons d'indiquer a l'avantage de permettre de faire varier dans la cyclohexénone obtenue finale-

(1) *Lieb. Ann.*, t. CCLXXXI, p. 117.

ment l'alcoyle en position 3, résultat que ne permettent pas d'atteindre les autres procédés.

Par un mécanisme tout à fait analogue, l'acétylacétone sodée réagit sur la β-chloréthyl-éthylcétone pour donner l'éthylone-3 octanedione-2.6. Cette tricétone est très stable et bout sans aucune décomposition dans le vide. Ce fait montre que l'instabilité du produit obtenu avec l'éther acétylacétique tient à la présence du carboxyle β-cétonique et non pas à une tendance plus grande à la cyclisation par élimination d'eau. La cyclisation de l'éthylone-octanedione conduit à des remarques identiques à celles que nous avons faites à propos de l'octanedioneméthyloate d'éthyle. Elle s'effectue également dans un seul sens et donne la 3-éthyl-6-éthylone-Δ_2-cyclohexénone:

$$CH^3-CO-\underset{\displaystyle CO-CH^3}{\underset{|}{CH}}-CH^2-CH^2-CO-C^2H^5 \rightarrow \begin{array}{l}\quad\quad\quad\quad CH^2-CH^2-C-C^2H^5\\ CH^3-CO-CH-CO-CH.\end{array}$$

Il est à remarquer que, dans ce cas encore, on peut faire varier à volonté le radical alcoolique en position 3.

Enfin, la réaction du malonate d'éthyle sodé sur la β-chloréthyl-éthylcétone conduit à l'heptanone-5-oate d'éthyle-1-méthyloate d'éthyle-2, et l'acide bibasique correspondant, décomposé par la chaleur, donne l'acide γ-propionylbutyrique :

$$C^2H^5-CO-CH^2-CH^2-CH(CO^2C^2H^5)^2 \rightarrow C^2H^5-CO-CH^2-CH^2-CH^2-CO^2H$$

$$\rightarrow \begin{array}{l}CH^2-CO-C-CH^3\\ |\\ CH^2-CH^2-C-OH.\end{array}$$

Cette réaction constituerait une excellente méthode de préparation des acides δ-cétoniques si le chlorure de β-chloropropionyle était d'une préparation moins pénible.

La cyclisation du propionylbutyrate d'éthyle s'effectue avec un rendement à peu près quantitatif en modifiant légèrement le procédé de Vorlaender (¹) et donne la méthyldihydrorésorcine. Il est assez curieux d'observer que l'introduction d'un méthyle dans la molécule de la dihydrorésorcine modifie très fortement les propriétés de ce composé. Tandis que la dihydrorésorcine est soluble dans l'éther, très soluble dans l'eau et soluble en toutes proportions dans l'alcool, son homologue supérieur est insoluble dans l'éther, presque insoluble dans l'eau et peu soluble dans l'alcool froid.

(¹) *Lieb. Ann.*, t. CCXCIV, p. 270.

En raison de ces faits, nous avons recherché si la méthyldihydrorésorcine ne posséderait pas la forme tautomère dicétonique, mais la valeur trouvée pour la réfraction moléculaire infirme cette hypothèse et, comme son homologue inférieur, la méthyldihydrorésorcine possède une constitution cétoénolique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des sels de manganèse sur la fermentation alcoolique*. Note de MM. **E. Kayser** et **H. Marchand**, présentée par M. Müntz.

L'alimentation minérale des ferments alcooliques a déjà fait l'objet de nombreux travaux qui ont surtout porté sur l'influence des sels alcalins et alcalino-terreux de quelques métalloïdes et métaux : soufre, phosphore, fer. On n'a guère étudié l'action des éléments qu'on trouve plus rarement dans les jus naturels, bien qu'on sache que certains de ces éléments ont donné des résultats inespérés, tels que le zinc dans la culture de l'*Aspergillus niger* sur liquide Raulin, le manganèse dans son action sur les oxydases (G. Bertrand); c'est ce dernier métal que nous avons choisi pour notre étude.

Lorsqu'on ensemence un moût sucré (eau de touraillons, jus de navet, jus de raisin) avec ou sans addition d'un sel de manganèse, on remarque que la fermentation se déclare d'autant plus lentement que la quantité du sel employé est plus forte, mais la fermentation se termine sensiblement au même moment; de plus la levure a une tendance très marquée à s'agglutiner en présence des sels de manganèse.

Dans les expériences suivantes, les ballons marqués A et B renfermaient des doses de sulfate de manganèse de 1^{g} et 1^{g},5 par litre.

Eau de touraillons à 24,48 pour 100 de sucre et additionnée ou non de sulfate de manganèse.

	Quantités pour 100.					
	Levure de vin.			Levure de cidre.		
	Témoin.	A.	B.	Témoin.	A.	B.
Sucre disparu	16,88	21,99	22,16	22,01	24,20	24,23
Alcool en volume	8,1	10,8	11,3	10,9	12	12
Glycérine	0,84	0,98	1,11	1,02	1,18	1,23
Acide fixe en acide succinique	0,079	0,079	0,067	0,117	0,108	0,085
Acide volatil en acide acétique	0,077	0,094	0,118	0,083	0,093	0,119

L'addition de sels de manganèse au moût sucré a eu pour effet de pousser la fermentation beaucoup plus loin, de donner une augmentation d'alcool quelquefois très sensible, variable suivant la levure employée; il en est de même pour la glycérine et l'acidité volatile.

Pour voir comment les différents sels de manganèse se comportent à cet égard, nous les avons employés comparativement avec le sulfate à des doses telles que la quantité de manganèse y soit la même. L'expérience apprend que le lactate et l'acétate se comportent sensiblement comme le sulfate; par contre, avec le succinate et le phosphate, on observe, pour une disparition plus forte de sucre, des teneurs en alcool plus faibles que dans le témoin. Ce fait peut être expliqué par une plus forte production de glycérine; on sait, en effet, que les phosphates favorisent surtout la production de cet élément. Mais il est un sel dont il faut faire une mention spéciale, c'est le nitrate de manganèse; il nous a donné pour différentes levures de vin et de cidre des départs de fermentation très rapides, des disparitions de sucre presque aussi fortes que celles constatées en présence de l'acétate et même plus élevées que celles obtenues avec le sulfate de manganèse.

On sait depuis longtemps que les nitrates passent pour de mauvais aliments azotés des ferments alcooliques, aussi nous a-t-il semblé utile de comparer l'action du nitrate de manganèse à celle du nitrate de potasse. Nous avons constaté dans plusieurs expériences que, dans les ballons additionnés de nitrate de manganèse d'une part et de nitrate de potasse d'autre part, les quantités de sucre disparu et d'alcool formé étaient dans le premier cas plus élevées et dans le second cas inférieures à celles trouvées dans les témoins, c'est-à-dire dans les ballons sans nitrates.

L'addition des sels de manganèse nous a donné dans certaines expériences une augmentation d'alcool atteignant quelquefois 3 pour 100. Ceci permet d'espérer qu'utilisés en distillerie, ces sels pourraient faciliter la fermentation des moûts épais et donner des rendements d'alcool plus élevés.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau glucoside hydrolysable par l'émulsine, la bakankosine, retiré des graines d'un* Strychnos *de Madagascar*. Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey**.

M. J. Laurent [1] a appliqué récemment à l'analyse des graines de cinq espèces de *Strychnos* les procédés imaginés par l'un de nous pour recher-

[1] J. Laurent, *Recherche du saccharose et des glucosides dans quelques graines de la famille des Loganiacées* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XXV, 1907, p. 225).

cher le sucre de canne et les glucosides dédoublables par l'émulsine [1]. En ce qui concerne les glucosides, l'expérience a établi qu'il en existait dans les graines de trois de ces espèces : *Strychnos Bakanko* [2] *S. nux vomica* L. et *S. Ignatii* Berg. [3]. Le résultat a été surtout intéressant pour les graines de *S. Bakanko*, puisque l'émulsine, agissant sur une solution dont 100^{cm^3} représentaient 100^g de graines, a déterminé un retour vers la droite du plan de polarisation de $25°24'$ ($l = 2$); un chiffre aussi élevé indiquait qu'elles devaient renfermer de fortes proportions de glucoside.

Aussi, M. Laurent nous ayant déclaré qu'il n'était pas dans son intention de poursuivre des recherches à ce sujet et nous ayant obligeamment abandonné les graines qui lui restaient, nous avons essayé d'en extraire le glucoside. Nos essais ont réussi, nous avons pu obtenir ce dernier à l'état cristallisé et pur et nous l'appelons *bakankosine*, en raison du nom que porte la plante à Madagascar; nous en donnons aujourd'hui la préparation et quelques propriétés principales.

Préparation de la bakankosine. — Les graines étant débarrassées de leur coque, on les passe à plusieurs reprises au moulin de façon à les réduire en poudre demi-fine. On traite cette poudre par l'éther pour enlever la matière grasse, puis on l'épuise à chaud par de l'alcool à 95°, dans un appareil à effet continu. La solution alcoolique est distillée à sec sous pression réduite en présence d'un peu de carbonate de calcium ; on reprend le résidu par l'eau, on filtre, on ajoute à la liqueur un peu de levure haute pour détruire le sucre de canne; après 24 heures, on filtre à nouveau et l'on évapore en consistance sirupeuse; la bakankosine ne tarde pas à se déposer sous forme de gros cristaux colorés qu'on essore à la trompe. Les cristaux sont redissous à chaud dans

---

(1) Em. Bourquelot, *Recherche dans les végétaux du sucre de canne à l'aide de l'invertine et des glucosides à l'aide de l'émulsine* (*Journ. de Pharm. et de Chim.*, 6e série, t. XIV, 1901, p. 481).

(2) Ces graines ont été données à M. Laurent, pendant un séjour à Madagascar, par M. Perrier de la Bathie. Ce sont les semences d'une Strychnée indéterminée que les indigènes nomment *Bakanko*. Baillon a cependant décrit en 1880 (*Bull. Soc. Linn.*) un *Strychnos vacacoua* provenant aussi de Madagascar et dont le nom spécifique a, comme l'on voit, une grande ressemblance phonétique avec celui de Bakanko. Malheureusement, Baillon n'a eu à sa disposition qu'un fruit non mûr; il n'a donc pu décrire suffisamment les graines qu'il dit seulement affecter dans ce fruit la forme peltée de celles des Strychnos. Les graines rapportées par M. Laurent présentent cette particularité qu'elles sont enveloppées d'une sorte de coque membraneuse, jaune, friable, facilement séparable. Ces graines sont de la grosseur d'une petite noisette; quelques-unes sont arrondies, aplaties d'un côté et bombées de l'autre; mais la plupart sont irrégulières et rappellent, en petit, les fèves de Saint-Ignace.

(3) Et peut-être aussi dans les graines de *S. potatorum* L.

une petite quantité d'eau, on traite par le noir animal et l'on filtre; une nouvelle cristallisation commence aussitôt, qui est terminée dans les 24 heures. Le produit est encore légèrement coloré; pour l'obtenir tout à fait pur, il faut lui faire subir encore deux cristallisations, la première dans 10 parties d'alcool à 95° bouillant, la deuxième dans 4 parties d'eau bouillante ([1]).

Les cristaux ainsi obtenus, desséchés à l'air, perdent 4,81 pour 100 d'eau quand on les chauffe à 115°-120°. (I. Produit obtenu par le procédé ci-dessus : 4,88 pour 100. II. Produit obtenu avec l'éther acétique : 4,74 pour 100.)

Propriétés de la bakankosine. — La bakankosine se présente en gros cristaux très stables à l'air, incolores, inodores, possédant une saveur amère; elle fond une première fois nettement à 157°, redevient solide et fond de nouveau, mais incomplètement, aux environs de 200°. Elle est assez soluble à froid, mais beaucoup plus à chaud dans l'eau et l'alcool, très peu soluble dans l'éther acétique, à peu près insoluble dans l'éther ordinaire.

La bakankosine est lévogyre. Pour les cristaux simplement desséchés à l'air, on a : $\alpha_D = -195°,4$:

I. Produit obtenu par le procédé ci-dessus : $\alpha_D = -195°,6$ ($v = 25$, $l = 2$, $p = 0,4794$, $\alpha = -7°,50$);

II. Produit obtenu avec l'éther acétique : $\alpha_D = -195°,2$ ($v = 25$, $l = 2$, $p = 0,5443$, $\alpha = -8°,50$);

Ce qui fait pour le produit anhydre $\alpha_D = -205°,2$.

La bakankosine ne donne pas de cendres; elle renferme de l'azote.

Elle est hydrolysée par les acides minéraux étendus bouillants; la réaction est lente; ainsi, avec une solution renfermant, pour 100^{cm^3}, 3^g de glucoside et 3^g d'acide sulfurique, elle n'a été terminée qu'au bout de 6 à 7 heures d'ébullition. Le sucre qui se forme dans cette hydrolyse a été obtenu à l'état cristallisé; il fondait à 146°-147° et possédait un pouvoir rotatoire de $\alpha_D = +51°,9$; c'est donc du glucose *d*.

L'émulsine hydrolyse la bakankosine, mais son action est extrêmement lente. Ainsi, avec une solution renfermant, pour 100^{cm^3}, 2^g de bakankosine et $0^g,50$ d'émulsine, la réaction n'était pas encore terminée au bout de 7 semaines ($t = 18°-20°$).

On voit en résumé que, comme tous les glucosides dédoublables par l'émulsine connus jusqu'ici, la bakankosine est un glucoside lévogyre dérivant du glucose-*d*.

Ce principe ne paraît pas toxique; on a pu, en effet, en injecter à des cobayes, par voie hypodermique, des proportions correspondant à $0^g,28$ par kilogramme d'animal vivant sans provoquer d'accidents. On a obtenu le même résultat négatif en injectant les produits de dédoublement du glucoside.

([1]) Nous avons également obtenu de la bakankosine en traitant, par de l'éther acétique bouillant, la poudre préalablement dégraissée. Le glucoside se dépose par refroidissement; il est purifié par des recristallisations dans l'alcool à 95° et dans l'eau. Mais la bakankosine est extrêmement peu soluble dans l'éther acétique même bouillant et il eût fallu, pour épuiser complètement la poudre, des quantités énormes de dissolvant; aussi avons-nous abandonné ce procédé.

BOTANIQUE. — *Sur les particularités cytologiques du développement des cellules-mères du pollen des* Nymphæa alba *et* Nuphar luteum. Note [1] de MM. **W. Lubimenko** et **A. Maige**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Dans une Note précédente nous avons exposé les résultats d'ordre quantitatif au sujet des recherches que nous avons entreprises sur le développement du pollen des *Nymphæa alba* et *Nuphar luteum;* nous allons exposer ici brièvement les faits nouveaux les plus importants, d'ordre morphologique, qui ressortent de notre travail. Nous passerons en revue successivement les différentes phases de développement des cellules-mères du pollen.

1. *Première division du noyau.* — Au stade prosynapsis, le noyau possède un contour régulier, un nucléole arrondi et un réseau de linine présentant, çà et là, des granules assez gros de chromatine; le réseau linique et les granules sont simples, comme le fait se présente ordinairement chez les Monocotylédones. Au stade dit *synapsis,* qui vient ensuite, le réseau nucléaire se contracte autour du nucléole, auquel il est relié par des fibrilles spéciales, en formant une masse spongieuse au milieu de laquelle on distingue des corpuscules de chromatine volumineux, formés par la fusion de deux ou de plusieurs granules du réseau précédent. A ce stade, le contour du noyau présente un aspect irrégulier et sinueux, ce qui, étant donné le volume considérable du suc nucléaire à ce moment, ne peut s'expliquer que par une rupture de la membrane en divers points de sa surface.

Le stade du spirème est caractérisé par la reconstitution du filament chromatique et la formation d'une membrane nucléaire très nette, bien distincte du protoplasma. Il est à remarquer que, contrairement à ce qui a été observé jusqu'ici, aussi bien chez les Monocotylédones que chez les Dicotylédones, le spirème n'apparaît à aucun moment fendu longitudinalement et ne se partage pas en tronçons transversaux, constituant les chromosomes; ces derniers se forment par concentration de la chromatine en certains points du spirème, c'est-à-dire par un processus essentiellement différent de celui qui a été décrit généralement. A ce stade, les cellules-mères sont déjà en grande partie isolées les unes des autres; leur dissociation est donc très précoce, comme le fait a lieu d'ordinaire chez les Monocotylédones.

Le fuseau de la première cinèse se différencie en passant par les stades connus; les fibrilles, qui le constituent, apparaissent à la fois à l'extérieur et à l'intérieur de la cavité nucléaire, et semblent se former aux dépens de la substance nucléaire elle-même (probablement linine et nucléole), dont une partie diffuserait dans le cytoplasma en déterminant une diminution de volume correspondante du noyau.

Les chromosomes se divisent à la métaphase par étranglement, et présentent à l'ana-

[1] Présentée dans la séance du 4 mars 1907.

phase une vacuolisation très nette chez le *Nuphar luteum*. A la télophase, les chromosomes vacuolisés s'unissent en un réseau où ils semblent perdre leur individualité.

2. *Deuxième division.* — La deuxième division succède à la première sans en être séparée par une phase de repos; au début il ne se forme pas de spirème, au sens ordinaire du mot, et les chromosomes se constituent par concentration de la chromatine aux angles du réseau nucléaire. Le fuseau se constitue comme dans la première cinèse; il est à noter cependant que, chez les deux espèces, les fuseaux présentent, à la métaphase, une courbure à peu près parallèle à la paroi cellulaire, et qui doit être attribuée à la position excentrique du noyau et du fuseau, car cette courbure ne se présente pas au cours de la première division (*Nuphar luteum*), où le noyau, puis le fuseau, occupent le centre de la cellule.

Les chromosomes se divisent à la métaphase et se comportent à l'anaphase et à la télophase comme pendant la première cinèse. A la télophase, il apparaît chez le *Nymphæa alba,* dans l'équateur de chaque fuseau, une plaque cellulaire granuleuse, qui disparaît, ainsi que le fuseau correspondant, avant la formation des cloisons, lesquelles divisent la cellule-mère en quatre cellules-filles. Ces cloisons apparaissent simultanément comme chez les Dicotylédones et sont orientées perpendiculairement aux fibrilles des nouveaux fuseaux, reliant les noyaux deux à deux, et différenciés aux dépens du cytoplasma. Une semblable plaque granuleuse transitoire est visible également à la télophase de la première cinèse et disparaît avant le début de la deuxième division.

3. *Troisième division.* — Avant la troisième division, le noyau du grain de pollen, qui se trouvait au centre de la cellule, se déplace et vient s'adosser à la couche membraneuse du cytoplasma. Pendant les prophases, il ne se constitue pas de spirème au sens ordinaire du mot, mais le réseau nucléaire se concentre en bandelettes chromosomiques qui forment une sorte de spirème, puis se condensent en chromosomes ayant la forme de bâtonnets légèrement arqués. Le fuseau se forme ici exclusivement à l'intérieur du noyau; à la métaphase, le fuseau est orienté perpendiculairement à la paroi du grain de pollen et présente une forme très spéciale, comparable à la figure géométrique double d'un cône dont le sommet se trouverait vers le centre de la cellule, et d'un tronc de cône dont la petite base s'appuierait à la couche membraneuse du cytoplasma. La division des chromosomes s'effectue longitudinalement, et leur nombre est de 17, chez le *Nuphar luteum* comme aux deux premières cinèses; à l'anaphase, on observe la vacuolisation des chromosomes et leur répartition en deux masses qui paraissent inégales; le fuseau prend en même temps une forme de cylindre ou de tronc de cône. A la télophase se produit une cloison en forme de verre de montre, séparant la cellule végétative de la cellule génératrice; cette membrane se forme perpendiculairement aux fibrilles du fuseau, qui sont à ce stade assez écartées, et dont quelques-unes se terminent librement dans le cytoplasma de la cellule végétative.

Avant la troisième cynèse on observe fréquemment l'expulsion, hors du noyau, d'une partie du nucléole. Les morceaux expulsés gardent au début leur coloration et persistent pendant très longtemps au milieu du cytoplasma.

A côté des particularités cytologiques d'un intérêt un peu spécial, l'étude précédente démontre nettement qu'il existe, chez ces plantes, un processus de formation des chromosomes de la première cinèse pollinique, très différent de celui qui est

considéré comme général par la plupart des cytologistes. C'est là un fait d'un certain intérêt théorique, étant donnée la grande importance que présente le mode de formation et de séparation des chromosomes de la première cinèse pollinique au point de vue de la réduction chromatique.

BOTANIQUE. — *Sur les caractères écologiques de la végétation dans la région occidentale de la Kabylie du Djurjura*. Note [1] de M. G. LAPIE, présentée par M. Gaston Bonnier.

La région qui fait l'objet de cette Note s'étend, du Nord au Sud, de la mer Méditerranée à la crête du Djurjura; elle est limitée à l'Est et à l'Ouest sensiblement aux méridiens du cap Tedlès et du cap Djinet.

Elle comprend, du Nord au Sud, trois massifs montagneux dont la direction générale est à peu près parallèle au rivage de la mer. Les deux premiers, le massif littoral et le massif ancien, ont une faible altitude (moins de 900^m) et sont séparés par la vallée du Sebaou et la dépression de Bordj-Menaïel. Le troisième, constitué par le versant Nord du Djurjura, est séparé du second par la plaine de Boghni-Drâ-el-Mizan.

La région montagneuse, la seule que nous étudierons, est en général couverte par la forêt et peut se diviser en trois zones : la première, caractérisée par le *chêne-liège*, comprend le massif littoral et la plus grande partie du massif ancien. La partie orientale de ce dernier, plus étroitement reliée vers l'Est aux hautes montagnes, présente une prédominance du *chêne-vert* qui caractérise la deuxième zone et recouvre, sauf les parties cultivées, la région inférieure du versant septentrional du Djurjura jusqu'à une hauteur de 1500^m. Enfin la troisième zone est caractérisée par le *cèdre* et s'étend de cette altitude jusqu'au sommet du Djurjura.

Nous allons examiner successivement les caractères de ces trois zones :

1° *La zone du chêne-liège* comprend deux bandes à peu près parallèles à la mer, l'une littorale, l'autre continentale.

La bande littorale correspond assez bien au massif littoral. Elle est caractérisée par le développement luxuriant de la forêt de chêne-liège et l'abondance du *Myrtus communis* L., résultat de la grande humidité atmosphérique et de la nature gréseuse du sol (grès de Numidie, grès dellysien).

Le sous-bois est formé par des espèces silicicoles telles que l'*Erica arborea* L., qui atteint souvent plusieurs mètres de hauteur et constitue de véritables fourrés au-

(1) Présentée dans la séance du 4 mars 1907.

dessus desquels on voit émerger les rameaux florifères de l'*Arbutus Unedo* L. A ces espèces s'ajoutent d'autres arbustes ou arbrisseaux méditerranéens.

Au voisinage immédiat de la côte, le chêne-liège, qui paraît très sensible aux embruns, devient clairsemé et le sol est souvent envahi par les buissons du *Quercus Coccifera* L. avec, çà et là, quelques oliviers. On y rencontre les *Cytisus linifolius* Lam., *Genista ferox* Poiret, *Lavatera olbia* L., et même *Cytisus candicans* D. C. qui est considéré comme une espèce des stations de montagne.

La bande continentale, qui correspond dans ses grandes lignes avec le massif ancien, est caractérisée par un développement moins exubérant du chêne-liège qui rencontre moins d'humidité et des conditions édaphiques (schistes) moins favorables.

2° *La zone du chêne-vert* comprend deux horizons :

Dans l'*horizon inférieur* les forêts ont presque toutes été détruites. Le *Quercus Ilex* L. n'existe plus qu'à l'état disséminé avec le *Fraxinus excelsior* L. dans les vergers d'oliviers et de figuiers.

Le *Pistacia Terebinthus* L. existe à l'état de buissons. On trouve, dès l'altitude de 700^{m}, *Acer monspessulanum* L. au bord des chemins.

L'*horizon supérieur* commence vers 900^{m}; à cette altitude l'olivier disparaît.

Aux expositions sud-ouest et sur les crêtes secondaires bien ensoleillées, le *Quercus suber* L. constitue encore des colonies; l'une d'elles atteint 1200^{m}. Le chêne-liège n'est plus accompagné à cette altitude ni par l'*Arbutus Unedo* L., ni par le *Pistacia Lentiscus* L., mais il l'est encore par le *Lavandula Stœchas* L., qui paraît lui être étroitement lié dans cet horizon.

3° *La zone du cèdre* couronne la montagne. Elle comprend des poudingues supranummulitiques, quelques assises de grès (région à substratum siliceux) et au sommet les calcaires du Lias qui en forment la masse principale et constituent la chaîne du Heidzer.

Les stations siliceuses paraissent particulièrement favorables au *Cedrus Libani* Barr.

Sur les escarpements les plantes ligneuses inermes ne se rencontrent plus que dans les endroits absolument inaccessibles à la chèvre; tels sont les *Acer monspessulanum* L., *Acer obtusatum* Willd, réduits ici à l'état de buissons, et les *Rhamnus alpina* L., *Amelanchier vulgaris* Mœnch. Les *Galium Perralderii* Cosson, *Cystopteris fragilis* Bernh., *Nephrodium pallidum* Bory, se développent sur les parois des excavations.

Les prairies pseudo-alpines sont parsemées de *Cratægus laciniata* Ucria, sous forme d'arbustes, d'arbrisseaux tels que les *Prunus prostrata* Lab., *Berberis hispanica* Bois. Reut., et plus rarement le *Ribes Uva crispa* L. Le *Juniperus communis* L. forme de larges plaques étalées sur le sol. Aux Graminées (fétuques, bromes, etc.) se mêlent des *Sedum* (*S. album* L., *S. dasyphyllum* L.), *Catananche montana* Cosson, *Anagallis linifolia* L., *Vincetoxicum officinale* Mœnch., *Calamintha alpina* Lam., *Dianthus liburnicus* Brot., *Inula montana* L., *Campanula macrorhiza* J. Guy, *Mattia gymnandra* Cosson, *Onosma echioïdes* L., *Artemisia Absinthium* L., *Lotus corniculatus* L., etc. Au milieu de cette association le *Bupleurum spinosum* L. fils se développe en énormes coussinets, et le *Carduncellus atractyloïdes* Cosson et Kralick couvre d'un épais tapis épineux des surfaces importantes. L'abondance de ces deux espèces, celle d'*Acanthyllis numidica* Pomel, qui descend assez bas dans les

vallées, la présence de nombreuses colonies d'*Euphorbia luteola* Cosson, sont la résultante d'un pâturage intensif qui a apporté d'importantes modifications dans cette association végétale.

La neige, qui ne couvre guère les hautes prairies que pendant six mois, persiste toute l'année dans des dépressions dissimulées au milieu d'amas rocheux; on y trouve réfugiées des plantes hygrophiles à feuilles larges et molles (*Lamium longiflorum* Ten., *Ribes petrœum* Wulf.); c'est aussi une station recherchée par les *Poa alpina* L., *Ranunculus aurasiacus* Pom., *Sedum majellense* Ten., *Polystichum aculeatum* L. Nous y avons récolté une forme remarquable de *Senecio* voisine de *Senecio nebrodensis* L.; le développement de ses feuilles permet de lui attribuer le nom de *S. latifolius*.

En résumé, il ressort de ce travail que la végétation forestière présente, dans la Kabylie occidentale, des zones végétales *bien caractérisées* et nettement en relation avec les conditions climatologiques, topographiques et édaphiques des diverses parties de cette région.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un phénomène de pseudomorphose végétale, analogue à la pseudomorphose des minéraux.* Note de M. N. **Jacobesco**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Depuis quelques années j'ai observé que les chênes des forêts de la plaine de Valachie, en Roumanie, présentaient sur les vieux troncs, aussi bien que sur les branches assez minces, des tumeurs, ayant d'abord une teinte jaune blanchâtre ou citron, devenant avec le temps brune, puis noir de fumée, et que ces tumeurs occupent l'emplacement d'une branche morte ou d'un bourgeon dormant blessé. A cet endroit, la tumeur est percée d'un trou en forme de puits qui conduit à l'intérieur du bois. L'aubier semble être toujours épargné, mais le cœur est pourri sur une distance de 1^m à 2^m au-dessus et au-dessous de la tumeur; cependant, l'arbre reste encore vivant pendant quelques années.

Ce fut l'an dernier que je pus me rendre compte de la structure de ces formations singulières, qui n'intéressent que le rhytidome. Je trouvai, en effet, à côté des tumeurs où l'analyse microscopique ne relève que la présence unique de grosses hyphes jaunes ou brunes pelotonnées en un stroma de pseudoparenchyme, d'autres tumeurs qui présentent la même structure que l'écorce voisine. C'est une sorte de tubercule gros comme une noix, et porté par une branche beaucoup plus mince, comme une galle de Cynips. Une coupe transversale ou radiale montre des feuillets de rhytidome identiques à ceux de l'écorce normale, mais disposés en éventail et en stratification discordante sur le liber secondaire, qui garde sa position habituelle. Des sections

semblables dans une tumeur transformée présentent la même division en feuillets alternativement foncés et clairs qui, partant de la profondeur, divergent en éventail vers la périphérie. La section tangentielle, au contraire, nous donne un aspect beaucoup plus bigarré; sur un fond clair, on voit des hachures brunes formant des lignes foncées rayonnant vers le centre de la tumeur; ces lignes sont coupées par des stries concentriques claires; au milieu, on remarque une région blanchâtre parsemée de traits noirs cunéiformes, qui se continuent dans la pourriture du bois.

L'explication de cette étrange structure d'un stroma, comparable à une fructification de Polypore ou de Xylariée, est, à mon avis, la suivante. Le champignon, qui est un parasite de blessure, ayant pénétré par le moignon d'une branche ou d'un bourgeon, s'est substitué peu à peu au tissu de la tumeur que je considère comme un bourrelet cicatriciel. Il produit des filaments d'épaisseur et couleurs très différentes, suivant les régions qu'il remplace. Si, par exemple, il se développe dans une zone claire, comme le liège mou ou les paquets de cellules pierreuses, les hyphes resteront très fines (1^{μ}-2^{μ} de diamètre) et à peu près hyalines, donnant naissance, par leurs anastomoses, à un réseau inextricable, parcouru par des filaments plus gros (6^{μ} en moyenne) et d'un jaune plus foncé. S'agit-il, au contraire, d'une zone très foncée, comme le liège dur ou certaines parties du liber mou, il se développera de grosses hyphes noires et à parois très épaisses (jusqu'à 12^{μ} de diamètre). Enfin, s'il s'agit d'une nuance intermédiaire, on aura un entrelacement de gros filaments noirs et d'autres jaune de miel. Lorsqu'un même filament passe d'une zone claire dans une autre foncée, il change brusquement de couleur. Cet effet doit être attribué, d'une part, à une nutrition inégale des hyphes par la subérine ou la lignine et, d'autre part, à la substance brune déposée dans certaines cellules ou membranes; cette substance est très soluble dans l'eau, qu'elle colore en rouge de vin, mais insoluble dans l'alcool, l'éther et le chloroforme.

Lorsque la tumeur est mûre, sa surface se couvre d'un enduit de nuance noir de fumée, de spores; ce sont les formes qui caractérisent ce qu'on appelle la *fumagine* (*Cladosporium, Torula, Coniothecium,* des sclérotes, etc.). En essayant de cultiver ces spores ou le mycélium de la tumeur, j'ai toujours obtenu les mêmes cultures que celles données par les fructifications que l'on trouve sur les branches mortes des mêmes arbres. Ces fructifications sont des périthèces d'un champignon inconnu, qui, à mon avis, pourrait être considéré comme une espèce du genre *Trematovalsa* (*Comptes rendus,* 1906, p. 289 et suiv.) et faisant partie de la famille des Mélanconidées. Chose curieuse, ces périthèces sont précédés, sur le même stroma, par des pycnides, ayant l'aspect des périthèces du genre *Valsa* et présentant des spores formées par voie endogène à l'intérieur de cellules mères ayant la valeur des asques. Ces pycnides appar-

tiennent, d'une façon indubitable, au champignon qui possède des périthèces véritables.

Je propose, pour ce phénomène de substitution d'un organisme végétal à un tissu végétal, avec conservation du volume, de la forme et de l'aspect de ce dernier, le nom de *pseudomorphose* ou *épigénie végétale*.

Je l'ai trouvé réalisé jusqu'à présent par des Champignons Ascomycètes, sur les *Quercus Cerris, pedunculata* et *conferta,* et d'une manière incomplète sur un vieux tronc d'Épicéa (*Picea excelsa*) des Carpathes et sur des jeunes branches de *Salix fragilis* et *vitellina*. Sur ces dernières, on trouve, dans l'écorce morte, des périthèces d'un *Fenestella,* précédés de pycnides à spores endogènes, mais dont les relations d'affinité me sont inconnues.

ANATOMIE. — *Sur une formation épineuse caractéristique des dernières vertèbres dorsales chez l'homme.* Note de M. **R. Robinson**, présentée par M. Edmond Perrier.

On sait déjà que le bord inférieur de la lame des trois dernières vertèbres dorsales (10e, 11e, 12e) présente quelquefois trois incisures séparées l'une de l'autre par deux courtes épines dirigées verticalement en bas, dont l'une un peu plus étroite que les deux latérales, relativement larges. Ce fait, signalé par H. Luschka, n'est pas noté dans les classiques d'Anatomie humaine. Mais ce qui semble complètement ignoré jusqu'à présent est une autre formation osseuse sous forme d'épine et existant sur le bord supérieur des lames des mêmes vertèbres dorsales inférieures. En effet, lorsqu'on examine le bord supérieur de ces lames au point même où elles s'implantent au pédicule, on constate la présence de 1 à 3 petites épines bilatérales séparées l'une de l'autre par une légère échancrure. Ces épines triangulaires, à base inférieure, ont souvent un sommet pointu supérieur, mais quelquefois elles se terminent en forme d'un petit tubercule. Elles rétrécissent, par le rapprochement des apophyses des deux côtés, l'ouverture de l'échancrure triangulaire postérieure du canal vertébral formée par la convergence et l'union en arrière des deux lames droite et gauche. L'ensemble de ces épines réunies sur le point médian forme la paroi postérieure d'une gouttière dont la paroi antérieure et le fond sont constitués par le bord supérieur de la lame vertébrale. Lorsqu'elles sont au nombre de 2 ou 3, elles suivent la pente des lames vertébrales et sont disposées en gradin. Je propose de les appeler *épines sus-lamellaires*.

Il me semble que ce processus présente un certain intérêt par sa constance et par sa signification en pathologie. Je ne l'ai pas trouvé sur les jeunes individus jusqu'à 30 ans environ. Mais à partir de cet âge, je l'ai constaté 9 fois sur 10 dans les vertèbres dorsales inférieures. Il est donc probable que ce soit une formation secondaire. D'un autre côté, je ne l'ai rencontré que rarement chez les autres Vertébrés. Mais je crois l'avoir vu chez le Casoar, le Gavial du Gange, la Genette et un Gorille, que j'ai pu examiner au Muséum d'Histoire naturelle. En tout cas, sa constance chez l'homme adulte me paraît tellement évidente que l'on peut distinguer, dans un grand nombre de vertèbres prises au hasard, les dernières vertèbres dorsales, par la simple présence de ce processus osseux. Je dois ajouter cependant que les premières vertèbres lombaires en sont également pourvues, quoique peu fréquemment.

Quelle est la signification de cette formation osseuse tardive? L'examen attentif de la région montre qu'elle correspond exactement à l'insertion des ligaments élastiques jaunes. *A priori*, on pourrait déjà la rattacher à l'ossification partielle de ces ligaments. Mais il faut expliquer aussi la localisation sur les dernières vertèbres dorsales. La physiologie montre que cette région se prête très peu aux déplacements dans les mouvements de la colonne vertébrale et qu'elle constitue une sorte de point d'appui autour duquel s'exécutent ces différents mouvements. Il est donc probable qu'il se produit là une sorte de tassement et de compression. Les expériences de M. Anthony (du Muséum), au sujet de l'action de ces agents physiques sur la transformation des tissus mous (muscles) en tissus plus solides (tendon) seraient peut-être susceptibles de faciliter la solution de ce problème.

En tous cas, la pathologie nous en fournit de nombreux exemples dans la genèse des processus osseux par l'action continue de petits traumatismes aussi bien que dans la production de quelques néoplasmes professionnels. La rareté de ces formations osseuses dans les vertèbres dorsales supérieures et sa très grande fréquence chez l'homme corroborent l'hypothèse que j'ose exposer dans ses grandes lignes. Enfin, il n'est pas inutile d'attirer l'attention sur ce petit point, que la présence moins fréquente, il est vrai, de ce processus dans les vertèbres lombaires est la cause d'échec dans quelques cas rares aussi, mais déjà signalés dans la pratique de la ponction lombaire, d'autant plus que les ligaments épi-épineux sont en même temps ossifiés.

La constatation des épines sus-lamellaires permettra en médecine légale de se prononcer, jusqu'à un certain degré, sur l'âge de l'individu, puisqu'elles n'apparaissent qu'à partir de 30 ans en moyenne.

La théorie que je viens d'émettre pour interpréter l'ossification des ligaments jaunes va à l'encontre des idées classiques en pathologie chirurgi-

cale. La clinique montre que les fractures de la colonne sont plus fréquentes dans les dernières vertèbres dorsales et les premières lombaires. Les pathologistes expliquent ce fait par la très grande mobilité de cette région. Il me semble que ce n'est pas exact au double point de vue de la physiologie et de la pathologie. Un organe suffisamment mobile s'assujettit autant que possible à un effort qui tendrait à l'offenser. Dans un appareil, ce sont les parties immobiles ou immobilisées qui subissent au maximum les injures d'un traumatisme. Or, d'après les multiples expériences que j'ai exécutées chez les sujets de différents âges et ne présentant aucune altération visible de la colonne, j'ai constaté que la région la moins mobile était celle des dernières vertèbres dorsales. En définitive, le fait clinique est réel, mais l'interprétation classique me paraît absolument erronée.

GÉOLOGIE. — *Sur la tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle.* Note de MM. **René Nicklès** et **Henry Joly**, transmise par M. Michel Lévy.

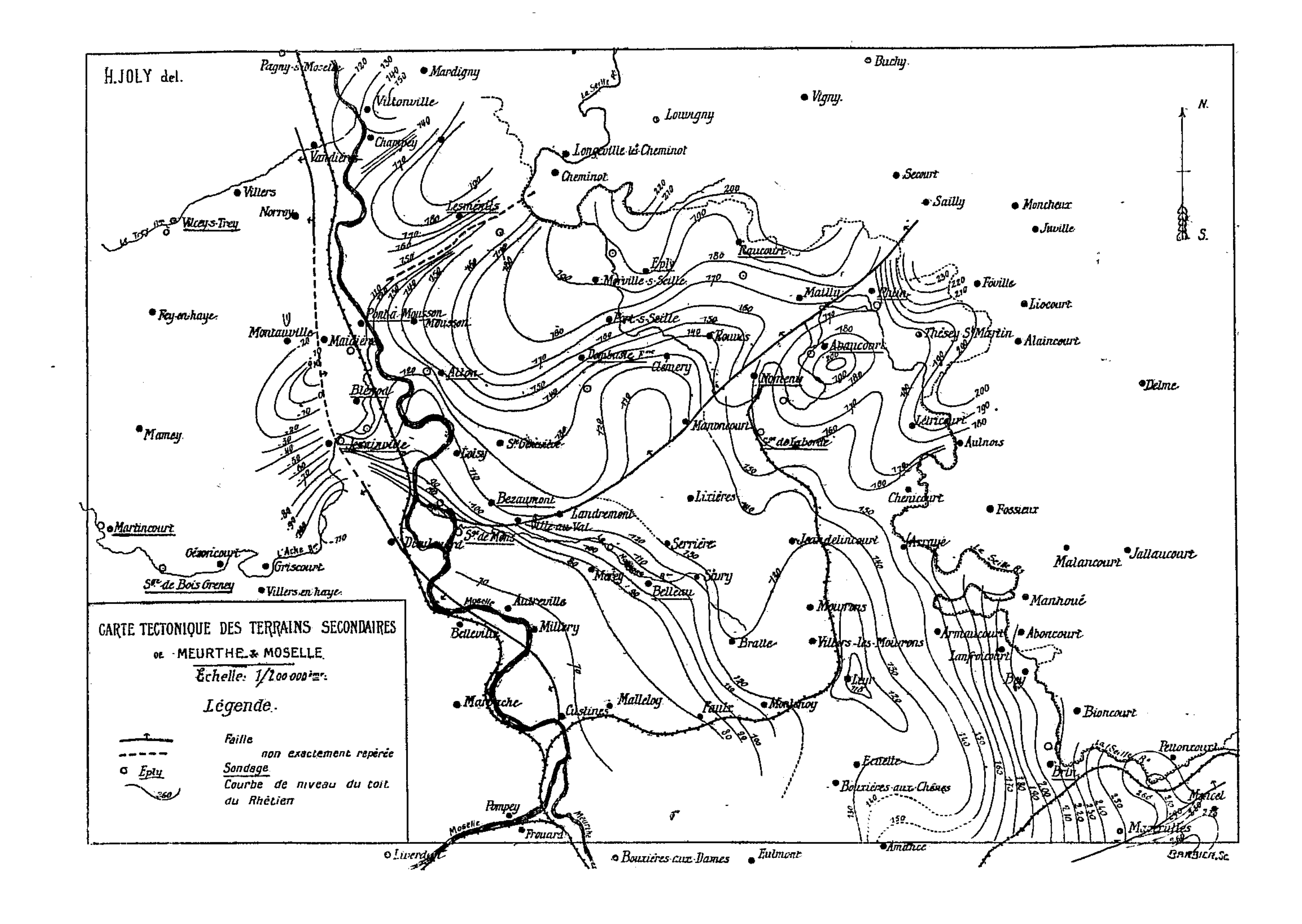
Les terrains secondaires du nord de Meurthe-et-Moselle ne présentent pas, comme on l'a cru longtemps, une pente douce et uniforme vers le centre du bassin de Paris : ils ne sont pas dénués de plissements. Toute cette région est affectée par des ondulations en forme de dômes et de cuvettes présentant, dans leur ensemble, quoique légèrement atténuée, la plus grande ressemblance avec les accidents tectoniques qu'a décrits M. van Verwecke en Lorraine annexée, et avec les indications que Jacquot avait données antérieurement sur cette dernière région.

Ces accidents, dont la plupart avaient été reconnus, quelques-uns même publiés par l'un de nous [1], ont été mis au point avec exactitude à l'aide d'une méthode inspirée par les travaux de Marcel Bertrand. Cette méthode consiste à relever aussi exactement que possible, de 5^m en 5^m, à l'aide du baromètre, les courbes de niveaux des principaux horizons stratigraphiques précis et de faible épaisseur : elle a permis de préciser la forme et les contours des dômes et des cuvettes.

En abaissant les cotes des courbes obtenues pour les niveaux stratigraphiques du nombre de mètres qui les séparent de l'assise inférieure, nous avons obtenu d'une façon très approximative le modelé du niveau repère inférieur qui est ici le contact du Rhétien et de l'Hettangien.

---

[1] R. Nicklès, *Bull. Soc. belge de Géologie* (Congrès de 1898, Bruxelles, 1900), et *Sur l'existence possible de la houille en Meurthe-et-Moselle*, etc. (Nancy, 1902).



H. JOLY del.
CARTE TECTONIQUE DES TERRAINS SECONDAIRES
DE MEURTHE & MOSELLE
Échelle: 1/200 000ème
Légende.
Faille
non exactement repérée
Sondage
Courbe de niveau du toit du Rhétien
Pagny-s-Moselle
Mardigny
Vittonville
Champey
Vandières
Villers
Norroy
Vilcey-s-Trey
Fey-en-haye
Montauville
Maidières
Pont-à-Mousson
Lesménils
Cheminot
Longeville-lès-Cheminot
Louvigny
Vigny
Buchy
Secourt
Sailly
Moncheux
Juville
Fôville
Liocourt
Alaincourt
Delme
Thézey St Martin
Abaucourt
Mailly
Raucourt
Eply
Atton
Blénod
Mamey
Jezainville
Loisy
Bezaumont
Landremont
Ville-au-Val
Ste Geneviève
Manoncourt
Lixières
Serrière
Sivry
Belleau
Mousson
Martincourt
Gézoncourt
Griscourt
Villers-en-haye
Dieulouard
Autreville
Millery
Belleville
Marbache
Custines
Malleloy
Faulx
Montenoy
Bratte
Mouvrons
Villers-les-Moivrons
Leyr
Jeandelincourt
Armaucourt
Abaucourt
Aboncourt
Manhoué
Malancourt
Jallaucourt
Fossieux
Chenicourt
Aulnois
Létricourt
Bioncourt
Brin
Pettoncourt
Moncel
Ecuelle
Bouxières-aux-Chênes
Amance
Eulmont
Bouxières-aux-Dames
Liverdun
Pompey
Frouard
Moselle
Meurthe
Le Trey
L'Ache R.
La Seille R.
N.
S.
Barbier Sc.

C'est ainsi qu'a été dressée la Carte réduite ci-jointe (équidistance 10^m). Son examen met en évidence l'existence de deux failles très importantes, toutes deux de direction hercynienne, orientées sensiblement du Nord-Est au Sud-Ouest. L'une d'elles, la faille de Nomeny, connue seulement au nord de cette ville jusqu'à ces dernières années, se prolonge jusqu'à la vallée de la Moselle près de Dieulouard, en rebroussant vers le Nord dans cette dernière partie de son trajet. L'autre, la faille de Mazerulles, prend son origine près de Moncel et se dirige vers Nancy qu'elle traverse dans son centre.

Au nord de la faille de Nomeny, aux limites de la Carte ci-jointe, existe la faille d'Arry aboutissant à Pagny-sur-Moselle : son orientation ne paraît pas différer de celle des précédentes.

D'autre part, une faille très importante, de direction variable, en tout cas absolument indépendante des précédentes, paraît suivre la vallée de la Moselle depuis les environs de Bouxières-aux-Dames, près de Nancy, jusqu'à Millery (S.-S.-E. — N.-N.-O.); de là elle s'infléchit vers le Nord-Ouest jusqu'à Jézainville, où elle prend une direction presque Nord-Sud. — Masquée fréquemment par les éboulis à flanc de coteau, on en retrouve la trace près de Pont-à-Mousson et de Vandières : elle paraît se prolonger jusqu'à Pagny-sur-Moselle.

Or, *dans toute l'étendue comprise entre les failles extrêmes de Saint-Julien et de Mazerulles, les couches secondaires sont affectées par une allure en dômes et en cuvettes :* nous croyons devoir énumérer les plus importants de ces accidents, en faisant remarquer toutefois que les dômes comme les cuvettes ne méritent pas absolument ce nom au sens géométrique du mot. Les dômes sont comme des exhaussements d'anticlinaux séparés par des parties surbaissées, par des cols ; de même les cuvettes sont des parties profondes de synclinaux dont les directrices, comme celles des anticlinaux, n'ont généralement pas une allure rectiligne.

Entre la faille d'Arry et la faille de Nomeny et à l'est de la faille de la Moselle existent deux dômes allongés, à Vittonville et à Bouxières-sous-Froidmont, séparés par un synclinal très étroit. Au Sud le synclinal étroit et profond de Lesménils sépare le dôme de Bouxières de l'important dôme Eply-Atton, qui constitue en quelque sorte la ligne de faîte (anticlinal-guide de M. Villain) ; au Sud, en approchant de la faille de Nomeny, se dessinent deux cuvettes, l'une à Mailly, l'autre très importante au château de Dombasle.

La faille de Nomeny donne lieu à un affaissement marqué vers le Sud; et, dans le lambeau compris entre cette faille et celle de Mazerulles, la structure en dômes et en cuvettes apparaît fréquemment.

C'est d'abord, faisant suite à la grande cuvette de Delme située en territoire annexé,

le dôme de Vulmont chevauchant sur la frontière au nord de Thezey-Saint-Martin; ensuite la cuvette de Phlin, puis le dôme d'Abaucourt se traduisant sur le sol par une boutonnière fermée de Rhétien se recourbant en arc dans son prolongement Sud-Ouest et atteignant vers le Sud la cuvette de Leyr; enfin la cuvette de Belleau et Millery s'étendant jusqu'à la faille de la Moselle.

Au sud de cette série d'accidents et parallèlement à elle, on voit, passant par Létricourt, un dôme allongé d'orientation semblable. Ces deux séries d'accidents sont séparées par un synclinal étroit (Thezey-Saint-Martin) venant aboutir au Sud à une cuvette allongée Nord-Sud (cuvette de Leyr). Depuis l'anticlinal de Leyr jusqu'à la faille de Mazerulles les ondulations sont très faibles.

D'une façon générale le lambeau Eply-Atton est surélevé par rapport aux autres : il domine celui du Sud (Abaucourt) comme il domine le lambeau au nord de la faille d'Arry.

Si l'on admet pour cette région la loi des récurrences, les terrains primaires doivent aussi être surélevés, et, si l'on tient compte de l'arasement, doivent pour une même profondeur appartenir à des couches plus anciennes que dans les lambeaux voisins : c'est d'ailleurs ce que jusqu'à présent les sondages pour la recherche de la houille en Meurthe-et-Moselle ont paru confirmer dans la région considérée.

En particulier dans ce lambeau non faillé Eply-Atton, d'après les cotes de la Carte ci-jointe, le houiller d'Eply serait le plus ancien; celui d'Atton et Pont-à-Mousson un peu plus récent; celui de Lesménils plus récent encore et celui du château de Dombasle postérieur à Lesménils; l'examen des documents paléobotaniques recueillis montrera dans quelle mesure ce classement basé sur les récurrences est exact. Si de nouveaux sondages viennent ajouter leur confirmation à cette manière de voir, la Carte ci-jointe pourrait être de quelque utilité pour prévoir la répartition du houiller et son allure dans les gisements de Meurthe-et-Moselle.

La séance est levée à 4 heures et demie.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 février 1907.

Assemblée générale des Actionnaires de la Banque de France du 31 janvier 1907, sous la présidence de M. Georges Pallain, *Gouverneur. Compte rendu au nom du Conseil général de la Banque et rapport de MM. les Censeurs.* Paris, Paul Dupont, 1907; 1 fasc. in-4°.

Statistique de l'industrie minérale et des appareils à vapeur en France et en Algérie pour l'année 1905, publiée par le Ministère des Travaux publics. Paris, Imprimerie nationale, 1906; 1 vol. in-4°.

Sur la zone à Marsupites, par Charles Janet. (Extr. des *Annales de la Société géologique du Nord,* t. XXXV, p. 244, séance du 16 mai 1906.) 1 fasc. in-8°.

Remplacement des muscles vibrateurs du vol par des colonnes d'Adipocytes, chez les Fourmis, après le vol nuptial, par Charles Janet. (Extr. des *Comptes rendus,* t. CXLII, 14 mai 1906, p. 1095.) 1 fasc. in-4°.

Sur un organe non décrit du thorax des Fourmis ailées, par Charles Janet. (Extr. des *Comptes rendus,* t. CXLIII, 8 octobre 1906, p. 522.) 1 fasc. in-4°.

Sur la composition histologique de la lymphe des Ruminants, par M. E. Forgeot. (Extr. du *Journal de Physiologie et Pathologie générale,* n° 1, janvier 1907.) 1 fasc. in-8°.

Nouvelles Annales de Mathématiques, journal des candidats aux écoles spéciales, à la licence et à l'agrégation, dirigé par C.-A. Laisant, C. Bourlet, R. Bricard; 4e série, t. VII, janvier 1907. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-8°.

Le Radium, la radioactivité, les radiations, l'ionisation et les sciences qui s'y rattachent, journal de Physique; t. IV, n° 1, janvier 1907. Paris, Masson et Cie; 1 fasc. in-4°.

Archives de l'Institut Pasteur de Tunis; 1907, n° 1, janvier. Tunis; 1 fasc. in-8°.

Journal de la Société nationale d'Horticulture de France, paraissant mensuellement; 4e série, t. VIII, janvier 1907. Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°.

Mission Émile Laurent, 1903-1904. *Énumération des plantes récoltées par Émile Laurent pendant sa dernière Mission au Congo,* par E. de Wildeman; fasc. IV, p. ix-cxx et p. 355-450, Pl. CVII-CXLII. Bruxelles, F. Vanbuggenhoudt, 1907; 1 vol. in-4°.

Notices sur des plantes utiles ou intéressantes de la Flore du Congo, par Émile de Vildeman; t. II, fasc. 1. Bruxelles, 1906; 1 vol. in-8°.

Spigolature Aldrovandiane, III. *Nuovi dati intorno alle relazioni tra Ulisse Aldrovandi e Gherardo Cibo,* per prof. G.-B. de Toni. (Extr. de *Memor. della R. Accad. di Scienze, Lettere ed Arti in Modena,* 3e série, t. VII.) 1 fasc. in-4°.

Ueber das Verhalten von Aluminiumanoden, von Günther Schulze. (Extr. des *Annalen der Physik,* 4e série, t. XXI, 1906.) 1 fasc. in-8°.

- *Cyanogenesis in plants.* Part III. *On phaseolunatin, the cyanogenetic glucoside of Phaseolus lunatus,* by WYNDHAM R. DUNSTAN and THOMAS-A. HENRY. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* t. LXXII.) 1 fasc. in-8°.

Cyanogenesis in plants. Part IV : *The occurence of phaseolunatin in common Flax* (*Linum usitatissimum*). Part V : *The occurence of phaseolunatin in Cassava* (*Manihot Aipi and Manihot utilissima*), by WYNDHAM R. DUNSTAN, T.-A. HENRY and S.-J.-M. AULD. (Extr. des *Proceedings of the Royal Society,* B, t. LXXVIII, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Conspectus florae Galiciae criticus, scripsit HUGO ZAPALOWICZ ; t. I. Cracovie, 1906 ; 1 vol. in-8°.

Food for plants, HARRIS and MYERS ; new edition with supplementary notes, 1905. New-York ; 1 vol. in-8°.

Flora Uruguaya, por el professor J. ARECHAVALETA ; t. III, entrega 1. Montevideo, 1906 ; 1 fasc. in-4°.

Kinematik organischer Gelenke, von prof. Dr OTTO FISCHER ; mit 77 eingedruckten Abbildungen. Brunswick, Vieweg et fils, 1907 ; 1 vol. in-8°. (Offert par l'éditeur.)

Unklare Krankheitsbilder, ihre Entstehung und Behandlung, von Dr MAX MEYER. (Extr. de *Wiener medizinischen Wochenschrift,* nos 51 et 52, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Ricerche ematologiche in alcune tripanosomiasi sperimentali, per il dott. M. LEVI DELLA VIDA e dott. CARLO VERDOZZI. (Extr. des *Annali d'Igiene sperimentale,* année 1906, fasc. 3.) 1 fasc. in-8°.

Alcune osservazioni sulle tripanosomiasi sperimentali, per dott. MARIO LEVI DELLA VIDA. (Extr. du *Boll. della R. Accad. Medica di Roma,* 22e année, fasc. VI.) Rome, 1906 ; 1 fasc. in-8°.

On the de novo origin of bacteria, bacilli, vibriones, micrococci, torulae, and moulds, in certain previously superheated saline solutions, within hermetically sealed vessels, by H. CHARLTON BASTIAN. (Extr. du Tome XC des *Medico-chirurgical Transactions.*) Londres, 1907 ; 1 fasc. in-8°.

Estudio sobre el origen del hombre en America y su vida en los tiempos prehistoricos, escrito para servir de introduccion a un compendio de historia de México, por ALFONSO TORO. Zacatecas, 1906 ; 1 fasc. in-8°.

Il vulcanismo nella Mitologia e nella Scienza, per LEONARDO RICCIARDI. Naples, 1907 ; 1 fasc. in-8°.

Report to the Government of Ceylon on the pearl oyster fisheries of the gulf of Manaar, by W.-A. HERDMAN ; *with supplementary Reports upon marine Biology of Ceylon,* by other Naturalists ; part V, pub. by the Royal Society. Londres, 1906 ; 1 vol. in-4°.

Report of the state geologist on the mineral industries and Geology of certain Areas of Vermont, 1905-1906 ; fifth of the series, by GEORGE-H. PERKINS. Montpelier, Vt, 1906 ; 1 vol. in-8°.

Annuaire géologique et minéralogique de la Russie, rédigé par N. KRISCHTAFOWITSCH ; t. VII, livr. 10. Novo-Alexandria, 1904-1905 ; 1 fasc. in-4°.

Materialien zur Geologie Russlands, herausgegeb. v. k. mineralogischen Gesellschaft ; Bd. XXIII, Lief 1, mit 1 Karte. Saint-Pétersbourg, 1906 ; 1 vol. in-8°.

Mémoires du Comité géologique; nouvelle série, livraisons 3, 18-20. Saint-Pétersbourg, 1905; 4 fasc. in-4°.

Atlas geologiczny Galicyi. Fasc. 18, 19 et 20 avec une suite de planches coloriées. Cracovie, 1906; 3 fascicules de cartes et 1 fascicule de planches, in-plano.

Transactions of the American Society of mechanical Engineers; t. XXVII, 1906. New-York; 1 vol. in-8°.

Transactions of the American mathematical Society; t. VIII, number 1, january 1907. Lancaster, Pa., 1907; 1 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Tome CXLIII, Séance du 19 novembre 1906.)

Note de M. *Jean Becquerel,* Sur une théorie des phénomènes magnéto-optiques dans les cristaux :

Page 771, ligne 8, formule (6), *lisez*

$$(6)\qquad \left\{ \begin{aligned} n_y^2(1-\varkappa_y^2) &= 1 + \sum \frac{\varepsilon_{2_h}\vartheta^2(\vartheta^2-\vartheta_{o2_h}^2)}{(\vartheta^2-\vartheta_{o2_h}^2)^2+\vartheta^2\vartheta_{2_h}'^2}, \;\ldots, \\ 2\varkappa_y n_y^2 &= \sum \frac{\varepsilon_{2_h}\vartheta^3\vartheta_{2_h}'}{(\vartheta^2-\vartheta_{o2_h}^2)^2+\vartheta^2\vartheta_{2_h}'^2}, \;\ldots. \end{aligned} \right.$$

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 MARS 1907.

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Jules Tannery*, pour occuper la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Brouardel.*

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Jules Tannery** prend place parmi ses Confrères.

CHIMIE. — *Sur une propriété de l'amalgame de platine.* Note de M. **H. Moissan**, communiquée par M. Lippmann.

Si l'on secoue du mercure pur avec de l'eau, on sait que les deux liquides se séparent aussitôt que cesse l'agitation. Il n'en est pas de même si l'on opère avec du mercure contenant du platine en dissolution. Après quelques secondes, 15 secondes ou même moins, d'agitation, l'amalgame de platine forme une masse à demi solide, de consistance butyreuse, ayant un volume environ cinq fois plus grand que celui de l'amalgame primitif. L'émulsion ainsi formée résiste à l'action du temps. Elle ne paraît pas avoir changé de volume au bout de 1 an de repos.

Elle résiste à l'action de la chaleur.

On peut la chauffer à 100° sans la détruire : cette élévation de tempé-

rature ne semble pas changer son volume, ni produire de dégagement gazeux.

L'émulsion résiste à l'action du froid.

L'amalgame de platine, émulsionné avec de l'eau colorée de fuchsine, a été refroidi à — 80°. L'émulsion subsiste encore à cette température. Il a été possible d'en faire une coupe dans la masse solide et de l'examiner rapidement au microscope. Des gouttelettes d'eau sont disséminées dans l'amalgame et lui donnent un aspect cellulaire.

Dans le vide, l'émulsion diminue de volume, un peu d'eau se sépare, et il se dégage quelques bulles de gaz.

Les amalgames de cuivre, d'argent et d'or ne produisent pas d'émulsion; ces amalgames se comportent comme le mercure pur et se séparent de l'eau.

L'amalgame de platine s'émulsionne non seulement avec l'eau, mais avec les liquides suivants : acide sulfurique; solution d'ammoniaque, solution de chlorure d'ammonium (gonflement, six volumes); solution de chlorure d'ammonium ammoniacal; solution de chlorure de sodium; glycérine, acétone, alcool anhydre, éther, essence de térébenthine (anhydre), tétrachlorure de carbone, chloroforme. Avec le benzène anhydre, il ne paraît pas y avoir d'effet. Toutes les émulsions ainsi formées sont stables, et ont conservé le même volume au bout d'une année d'attente.

Si l'on secoue 2^{cm^3} de mercure pur avec 12^{cm^3} d'eau distillée à laquelle on a eu soin d'ajouter quelques gouttes d'une dissolution de chlorure de platine à 10 pour 100, l'émulsification se produit.

En agitant de l'amalgame de platine avec de l'eau contenant un peu de chlorure de platine, le gonflement est plus marqué qu'avec l'eau pure.

L'amalgame de platine secoué avec de l'air ne donne pas d'émulsion.

L'amalgame de platine additionné de sodium se gonfle encore et s'émulsionne par agitation avec de l'eau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la cire du palmier* Raphia Ruffia *de Madagascar et sur l'alcool arachique.* Note de M. A. **Haller**.

Dans une Note des *Comptes rendus* (t. CXLI, 1905, p. 1251), M. Jumelle a appelé l'attention sur une cire isolée des feuilles de *Raphia Ruffia*, par M. Perrier de la Bathie.

Grâce à l'obligeance de M. Ed. Heckel, il nous a été possible de faire

l'étude chimique de cette cire dont un bel échantillon a figuré à l'Exposition coloniale de Marseille.

I. Le produit mis à notre disposition a une couleur marron clair et possède les propriétés physiques déjà signalées par M. Jumelle. Presque insoluble à froid dans la plupart des dissolvants organiques, il s'y dissout partiellement, et plus ou moins facilement à chaud. Il en est ainsi de l'alcool absolu, de la benzine, de l'éther acétique, de l'éther de pétrole, du chloroforme, etc. La benzine bouillante paraît être son meilleur dissolvant. Elle le dissout intégralement.

Quand on épuise la matière à chaud par l'alcool absolu et qu'on filtre la solution bouillante, on obtient une liqueur légèrement rosée qui se prend par le refroidissement en une masse gélatineuse et blanche. Le produit essoré et séché est blanc et friable, mais, fondu, il reprend la couleur rouge foncé et possède le même point de fusion de 80° que la cire brute.

Des essais tentés pour décolorer le produit, au sein de la benzine bouillante, au moyen du charbon animal, n'ont donné aucun résultat.

L'alcool ne dissout pas la totalité de la cire, il laisse environ 10 pour 100 de résidu d'un brun foncé, fondant vers 77°, et soluble dans le benzène bouillant.

II. Distillée sous un vide de 10^{mm} la cire brute fournit un produit légèrement rosé qui passe de 280° à 300° environ et il reste dans la cornue une masse noirâtre à odeur empyreumatique.

La partie distillée possède le même point de fusion que celle soluble dans l'alcool. Elle n'en diffère que par sa couleur.

L'analyse de la cire brute, comme celle de la cire distillée ou extraite à l'alcool, conduit à la formule $C^{20}H^{42}O$ ou $C^{20}H^{40}O$, mais les chiffres obtenus concordent plutôt avec la première de ces formules qu'avec la seconde.

Des cires semblables ont été découvertes par M. Etard dans les feuilles de différentes plantes, notamment dans celles d'avoine, d'orge et de blé cultivés, ainsi que dans la luzerne [1]. Ce savant leur attribue également la formule $C^{20}H^{42}O$. Nous avons en particulier comparé notre produit avec le *médicagol* ou *luzernol*, mis obligeamment à notre disposition par M. Etard, et avons constaté que les deux produits n'ont pas même point de fusion. Tandis que la cire de Raphia fond nettement à 80°, le luzernol a le point de fusion de 76° et le mélange des deux cires fond entre 75° et 78° [2].

---

(1) Etard, *La Biochimie et les chlorophylles*, p. 156-158 (*Comptes rendus*, t. CXIV, p. 364).

(2) MM. Willstätter et Richard ont récemment signalé (*Ann. der. Chemie*, t. CCCL,

III. La composition que l'analyse assigne à notre produit nous amène à le considérer soit comme un alcool, soit comme un éther oxyde, saturés.

Il est vrai que, si l'on adopte la formule $C^{20}H^{40}O$, on peut aussi l'envisager comme une aldéhyde ou une acétone ou même comme un alcool non saturé.

La potasse, alcoolique ou aqueuse, même bouillante, est en effet sans action sur cette cire, et, quand on la fait fondre avec un alcali dans une capsule d'argent, on ne réussit qu'à la transformer en une masse noirâtre ne cédant rien à la potasse.

Elle ne se combine pas au brome.

Éther acétique $C^{20}H^{41}OCOCH^3$. — Il prend naissance quand on chauffe la cire distillée avec un excès de chlorure d'acétyle jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'acide chlorhydrique. Qu'on traite le produit ainsi obtenu par de l'eau jusqu'à élimination complète des acides chlorhydrique et acétique, ou qu'on chasse l'excès de chlorure d'acétyle dans le vide, on obtient toujours, en dernier lieu, une masse grisâtre à consistance molle et fondant à 65°.

Ce composé est plus soluble dans l'alcool et l'éther que la cire primitive, et se dissout très facilement dans la benzine chaude.

L'éther benzoïque $C^{20}H^{41}OCOC^6H^5$ a été obtenu dans des conditions analogues. On a opéré sur un alcool, préparé par épuisement de la cire brute au moyen de l'alcool, et sur un échantillon de produit distillé dans le vide. Le benzoate a été séparé de l'excès de chlorure de benzoyle par une longue agitation avec une solution de carbonate de soude, et aussi en chauffant pendant quelques heures le mélange dans le vide. Malgré toutes ces précautions, le produit final dégageait encore une faible odeur de chlorure de benzoyle.

Cet éther-sel, quel que soit son mode de préparation, se présente sous la forme d'une masse onctueuse, d'un brun foncé [1], soluble à froid dans le benzène et, à chaud, dans l'alcool et l'éther.

Il fond à 55° et présente la composition d'un benzoate.

IV. *Action des déshydratants sur le composé* $C^{20}H^{42}O$. — Chauffé dans un ballon avec du chlorure de zinc, cet alcool donne naissance à un pro-

---

1906, p. 49) un alcool $C^{20}H^{40}$ obtenu par saponification de la chlorophylle extraite des feuilles d'orties.

(1) La couleur de ces deux éthers acétique et benzoïque ne peut être due qu'aux petites quantités de matières colorantes entraînées dans la distillation, matières qui sont sans doute modifiées profondément par les chlorures acides.

duit distillant vers 280°, et qui se condense sous la forme d'une masse blanche, grasse au toucher, qu'on a fait cristalliser dans l'éther acétique. On obtient ainsi des lamelles nacrées, mal définies, fusibles à 55°.

A l'analyse ce produit, au lieu de fournir en carbone (85,72 pour 100) et en hydrogène (14,28), chiffres qu'exige la formule $C^{20}H^{40}$, n'a accusé que 84,59 pour 100 de carbone et 14,22 pour 100 d'hydrogène.

Repris et distillé sur de l'anhydride phosphorique il s'est transformé une première fois en un carbure fondant à 40° et une seconde fois en un autre fondant à 36°. La composition de ces carbures ne diffère toutefois pas sensiblement de celle du produit obtenu au moyen du chlorure de zinc.

Les carbures ainsi obtenus se combinent au brome, mais ici encore les produits formés ont une teneur, en élément haloïde, inférieure de 2,4 pour 100 à celle qu'exige la formule $C^{20}H^{42}O$.

La fonction alcoolique de la cire nous paraissant démontrée, nous avons essayé de déterminer la nature de cette fonction. Nous nous sommes adressé, à cet effet, aux agents oxydants.

Quand on chauffe, pendant plusieurs heures, de la cire avec du bichromate de potasse et de l'acide acétique cristallisable, on remarque bien que la solution verdit; mais, quand on essaie de retirer de la masse un acide organique, on n'en obtient que des traces, la presque totalité du produit primitif ayant résisté à l'action de l'agent oxydant.

Il en est de même lorsque, selon la méthode imaginée par M. Buisine, on essaie d'oxyder l'alcool $C^{20}H^{42}O$ au moyen de la chaux potassée portée à la température de 250°. Il se dégage bien une certaine quantité d'hydrogène, mais elle est de beaucoup inférieure à celle qu'exige la théorie

$$C^{20}H^{42}O + KHO = C^{20}H^{39}O^{2}K + H^{4}.$$

De plus, il ne nous a pas été possible d'extraire du mélange alcalino-terreux restant la moindre trace d'un acide organique.

V. *Alcool arachique* $C^{20}H^{42}O$. — Comme toutes les tentatives faites pour reconnaître la véritable fonction alcoolique du principal constituant de la cire de Raphia ont échoué, nous avons pensé résoudre le problème en préparant l'alcool arachique et en comparant ses propriétés à celles de notre alcool.

Nous sommes parti de l'arachate de méthyle, fondant à 54°,5 et obtenu par l'alcoolyse de l'huile d'arachide, au moyen de l'alcool méthylique et d'un peu d'acide chlorhydrique, avec distillation et rectification subséquentes du mélange d'éthers sels formés.

M. Blanc, notre préparateur à la Sorbonne, nous a obligeamment réduit cet éther par la méthode de MM. Bouveault et Blanc, c'est-à-dire au moyen de l'alcool absolu et du sodium.

Le produit obtenu a été évaporé à siccité et le résidu restant repris par de la benzine bouillante. On distille le carbure et le nouveau résidu est constitué par l'alcool cherché encore souillé d'un peu d'arachate de soude. On reprend par de l'eau alcaline, sépare le produit blanc insoluble, que l'on redissout de nouveau dans la benzine. Par évaporation du carbure on obtient finalement l'alcool pur.

L'alcool arachique constitue une masse blanche cireuse aussi peu soluble à froid dans les solvants organiques que la cire de *Raphia*. Comme cette dernière il se dissout à chaud dans le benzène et l'éther de pétrole, etc. Ces solutions, notamment celle dans l'éther de pétrole, se prennent en une masse gélatineuse par le refroidissement.

L'alcool arachique fond nettement à 71° et son mélange avec la cire de *Raphia* fond à 74°.

Ces deux produits ne sont donc pas identiques.

Conclusion. — En résumé, la cire de *Raphia Ruffia* de Madagascar semble être constituée en majeure partie par un alcool en $C^{20}H^{42}O$ (ou peut-être par un mélange d'alcools dont la composition moyenne répond à $C^{20}H^{42}O$). Étant donnés la nature cireuse des alcools à poids moléculaire quelque peu élevé et leur peu d'aptitude à la cristallisation, étant donnée aussi la difficulté avec laquelle ils distillent dans le vide partiel, il serait téméraire d'affirmer dans le cas présent qu'on a affaire à un composé unique.

Ce qui est néanmoins certain, c'est que cette cire, qu'on peut récolter en assez grandes quantités à Madagascar, où elle constitue un produit secondaire de la préparation des fibres de *Raphia* qui en fournissent environ 10 pour 100, s'écarte par sa composition et sa fonction des cires d'abeilles, de Chine, de Carnauba et ressemble à celles isolées par M. Etard des feuilles vertes de différentes graminées.

Dans ce travail, nous avons été très intelligeamment secondé par M. Lassieur, préparateur à l'École de Physique et de Chimie et nous lui adressons nos meilleurs remerciements.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence de paramètres capables de caractériser les magmas d'une famille de roches éruptives.* Note de M. **Michel Lévy**.

J'ai proposé, en 1897 [1], de représenter le résultat des analyses chimiques en bloc des roches éruptives par un diagramme composé de deux

---

[1] *Classification des magmas* (*Soc. Géol. Fr.*, t. XXV, 1897, p. 341, et t. XXVI, 1898).

triangles juxtaposés, l'un caractéristique des éléments blancs, silice s_{sal} pour 100, alumine a, alcalis k et n et partie feldspathisable de la chaux c; l'autre caractéristique des éléments foncés, oxydes de fer f, magnésie m, partie non feldspathisable de la chaux c', et enfin silice s_f des mono et métasilicates.

C'est en partant de cette coordination que MM. W. Cross, Iddings, Pirsson et Washington ont établi les bases ([1]) d'une classification quantitative, s'appuyant sur le calcul des éléments minéralogiques *normaux* qui peuvent se développer dans un magma donné.

J'ai montré ([2]) qu'on peut calculer sommairement les éléments ferro-magnésiens par une méthode de calcul abrégé, qui permet la détermination des noms américains; mais, en outre, elle fournit les nombres nécessaires au calcul de *paramètres* à peu près stables, d'un bout à l'autre d'une série, et s'appliquant à une de ses roches quelconque, basique, moyenne ou acide.

L'application de cette méthode à une série bien définie, et dont on possède un nombre suffisant d'analyses en bloc, bien comparables entre elles, m'a récemment induit à quelques modifications et additions aux paramètres que j'ai proposés en 1903. Le plus stable de tous est celui qui représente l'acidité latente d'une roche : $\Phi = \frac{s_{sal}}{2k+3n}$; s_{sal} représente la silice des éléments blancs, et $2k+3n$ un nombre sensiblement proportionnel à la somme des poids atomiques des alcalis; pour $\Phi = 1,9$, il y a juste assez de silice pour saturer les alcalis sous forme d'albite et d'orthose; au-dessous commence le domaine des roches à feldspathides, éléolitiques et leucitiques; au-dessus celui des magmas à acidité croissante : syénites jusqu'à $\Phi = 3$; granites jusqu'à 4,5, et tonalites au delà.

Les éléments blancs comportent encore un paramètre assez stable, dont M. Iddings a le premier remarqué la constance relative, en 1892; c'est le rapport des alcalis $r = \frac{k}{n}$.

Quant aux éléments ferro-magnésiens, au paramètre $\Psi = \frac{f}{m}$ que j'utilise depuis 1903, je propose d'adjoindre le paramètre $U = \frac{f}{c+c'}$; ces éléments seraient donc caractérisés par le rapport des oxydes de fer à la magnésie et

([1]) *Quantitative Classification*, Chicago (University), 1903.

([2]) *Bull. Carte géol. Fr.*, n°s 92 et 96, 1903.

à la chaux totale: Ψ décroît généralement au fur et a mesure de l'accroissement du total des éléments ferro-magnésiens, x; U est assez stable et même assez peu variable (entre 1,1 et 2,5, avec grande prédominance des valeurs moyennes 1,3), dans les séries les plus fréquentes.

D'ailleurs, pour compléter l'étude des roches individuelles et de leurs séries, il est utile de calculer les éléments des triangles du diagramme caractéristique, en les rapportant à 100 éléments blancs *sal*, pour la potasse, la soude, la chaux feldspathisable et la silice s_{sal}, et à 100 éléments ferro-magnésiens x, pour les oxydes de fer, la magnésie, la chaux non feldspathisable et la vitesse s_f; on a ainsi une nouvelle série de nombres $K = \frac{k}{sal}$, $N = \frac{n}{\text{sal}}$, $C = \frac{c}{\text{sal}}$, $S_{sal} = \frac{s_{sal}}{\text{sal}}$, $F = \frac{f}{x}$, $M = \frac{m}{x}$, $C' = \frac{c'}{x}$, $S_f = \frac{s_f}{x}$ (triangles normaux), dont les variations, *quand x croît*, permettent de serrer de plus près les causes des variations plus faibles des paramètres. Ainsi, pour ne citer qu'un exemple, la décroissance de Ψ s'explique surtout par la décroissance de F; M croît généralement, mais d'une façon beaucoup moins accentuée.

Nous possédons, M. Lacroix et moi, les analyses en bloc d'une cinquantaine de roches de la série du Mont-Dore, effectuées par M. Pisani, qui a particulièrement soigné la séparation des alcalis et le dosage de l'alumine; elles s'appliquent à des roches variant des rhyolites les plus acides (75 pour 100 de silice, $x = 2$ pour 100) aux basaltes très basiques (silice 42 pour 100, $x = 48$ pour 100). Nous donnons ci-dessous le calcul des paramètres et des triangles normaux de la roche moyenne du Mont-Dore, qui se classe parmi les *andoses* des auteurs américains.

Nom et gisement : Mont-Dore; moyenne de 50 roches, de $x = 2$ à 48 pour 100.

Total..	98,6	P »	c'' »	$c + c'$		$\mathfrak{F}$ 6,9	T 1,7	2T[1] 3,4	
Perte..	»			5,3	a 18,4	$f = \mathfrak{F} - T$		s	55,1
		k 3,5	n 4,3	c 4,1		f 5,2	m 3,4	c' 1,2	n' »
a_F.	18,4	3,8	7,1	7,5	$a_{Or} + a_{Ab}$ 10,9	$\Sigma = f + m + c' + n'$	9,8	s_f	5,6
s_F..	47,1	13,4	24,9	8,8	a_{An} 7,5	$2\Sigma - 0,8f$	15,4	$s_{sal.}$	49,5
F..	77,4	20,7	36,4	20,3				s_F	47,1
		Or »	Ab »			$s_f = \Sigma - 0,8f + 2n'$	5,6		
		L »	N »					Q	2,4
		k_L »	n_N »		$a - a_F$ »	$x = 2\Sigma - 0,8f + 2T + 2n'$	18,8		»
		k_{Or} »	n_{Ab} »						

(1) $T = TiO^2$.

Paramètres et noms américains.

		Classe.	Ordre.	Rang.	Subrang.
Or.......	20,7	0. 12. 37. 62.	0. 0,14. 0,60. 1,66. 7. ∞.	∞. 23,2. 5,5. 2. 0,5. 0.	∞. 10,5 2,5. 0,9. 0,2. 0
Ab.......	36,4	I II III	I II III IV V	I II III IV V	I II III IV V
An.......	20,3		IX VIII VII VI V		
F........	77,4				
Q........	2,4	x' p. 100 = 19,0.	$y = \frac{F}{Q} = 32,2.$	$z = \frac{2k+3n}{c} = \frac{19,9}{4,1} = 4,9.$	$r = \frac{k}{n} = 0,81.$
a........	»	Classe n° II.	Ordre n° V.	Rang n° III.	Subrang n° IV.
N........	»	Noms : Dosalane.	Germanare.	Andase.	Andose.
L........	»				

Paramètres magmatiques M. L.

		Fumerolle.		Scorie.		
Sal.......	79,8	0. 1,9. 2,3. 3. 3,5. 4,5.	0. 0,20. 0,35. 0,55. 0,90. 2,5.	0. 0,05. 0,10. n'.	0. 1,5. 3. 4.	0. 1. 2.
Fem. = x.	18,8	I II III IV V VI	I II III IV V VI	I II III IV	I II III IV	I II III
Total.....	98,6	$\Phi = \frac{s_{sal.}}{2k+3n} = 2,5.$	$r = \frac{k}{n} = 0,81.$	$C' = \frac{c'}{x} = 0,06.$	$\Psi = \frac{f}{m} = 2,0.$	$C = \frac{f}{c+c'} = 1,3.$
Ap.......	»	Nos : III.	IV.	II.	II.	II.
Perte.....	»	Noms : Syénitique.	Méso-potassique.	Méso-alumi.	Magnésien-ferrique.	Méso-calcique.
Total.....	»	=	(−)	+	—	=

Paramètres des triangles normaux.

	$K = \frac{k}{sal.}$	$N = \frac{n}{sal.}$	$C = \frac{c}{sal.}$	$S_{sal} = \frac{s_{sal.}}{sal.}$	$F = \frac{f}{x}$	$M = \frac{m}{x}$	$C' = \frac{c'}{x}$	$S_f = \frac{s_f}{x}$	s_{sal} %.	$2k+3n$ %.
Pour 100 + $\frac{1,4}{100}$.	0,04	0,05	0,05	0,62	0,37	0,18	0,06	0,30	50,2	20,2
An%$= \frac{An}{Ab+An} = 36.$	(−)	=	+	—	—	=	+	=		

Pour apprécier le plus ou moins d'homogénéité de la série, nous avons partagé les 50 analyses en 4 groupes de basicité croissante :

A — x varie de....	2 à 12 pour 100	la silice totale de....	76 à 61 pour 100
B — x »	13 à 25 »	»	56 à 51 »
C — x »	26 à 35 »	»	52 à 46 »
D — x »	36 à 48 »	»	45 à 42 »

Groupe.	Nom américain.	x % moyen.	An %. (6)	$\Phi = \frac{S_{sal}}{2k+3n}$. (1)	(2)	$r = \frac{k}{n}$. (1)	(3)	$\Psi = \frac{f}{m}$. (1)	(4)	$C = \frac{f}{c+c'}$. (1)	(5)	K. (1)	N. (1)	C. (1)	Ssal. (1)	F. (1)	M. (1)	C'. (1)	Sf.
A (17 roches).	Pulaskose	4,8	20	2,5	III	0,92	V	2,9	II	1,3	II	5	6	2	67	63	21	0	31
B (16 roches).	Andose	18,5	39	2,5	III	0,79	IV	2,4	II	1,4	II	4	5	6	60	41	17	4	28
C (10 roches).	Andose	28,2	44	2,4	III	0,68	IV	1,9	II	1,2	II	4	6	7	58	32	17	6	32
D (7 roches).	Camptonose	41,2	63	2,4	III	0,57	IV	1,6	II	1,3	II	3	5	9	54	31	20	11	2
Variations.			+	=		(−)		—		=		(−)	=	+	—	—	=	+	=
Étoilement central (21 roches).	Andose	19,8	37	2,5	III	0,79	IV	1,9	II	1,2	II	4	5	5	62	35	19	6	4
Étoilement Nord (13 roches).	Akérose	16,4	32	2,4	III	0,80	IV	2,2	II	1,3	II	5	6	6	62	39	17	6	29
Moyenne (7) de 34 roches.	Andose	18,5	35	2,4	III	0,80	IV	2,0	II	1,3	II	4	5	5	62	37	18	7	30

(1) ... (5) Pour les renvois (1) à (5), voir page 602.

(6) An % $= \frac{An}{Ab+An}$; An, Anorthite; Ab, Albite.

(7) Analyses triées sur les 50, en éliminant celles du Puy de Sainsandoux et quelques roches exceptionnelles.

Séries.	Roche moyenne. Noms américains.	Auteurs et chimistes.	x % moyen.	x de	à	$\Phi = \frac{S_{sal.}}{2k+3n}$.	(1)	(2)	$r = \frac{k}{n}$.	(1)	(3)	$\Psi = \frac{f}{m}$.	(1)	(4)	$U = \frac{f}{c+c}$.	(1)	(5)
Highwood M^s États-Unis.	Borolanose	Pirsson Geol. Survey	32,0	7	51	1,7	(—)	I'	2,1	{+ =}	V	1,7	—	II	1,4	—	II
Série romaine Italie occidentale.	Borolanose	Washington	20,2	8	46	1,8	=	I'	2,5	+	V-VI	2,3	—	II	1,1	=	II
Laurdalite Norvège.	Umptekose	Brögger ses assistants	14,3	6	34	1,7	(+)	I	0,75	(+)	IV	3,5	—	III	2,5	—	III
Ampasindava Madagascar.	Essexose	Lacroix Pisani	18,8	9	30	1,8	=	I	0,84	—	IV	2,0	—	II	1,3	—	II
Mont-Dore Puy-de-Dôme.	Andose (sur 50 roches)	Michel Lévy et Lacroix Pisani	19,0	2	48	2,5	=	III	0,81	(—)	IV	2,0	—	II	1,3	=	II
Cantal Haute-Auvergne.	Andose	Fouqué Pisani	19,3	5	45	2,5	=	III	0,59	{(—) =}	IV	2,1	—	II	1,2	=	II
Les Puys Puy-de-Dôme.	Andose	Michel Lévy Divers	20,1	8	29	2,8	{= +}	III	0,55	=	III-IV	3,1	{= —}	III	1,4	{+ —}	II
Arc Egéen Aegine-Méthana.	Tonalose	Washington	16,1	7	37	4,1	—	V	0,47	=	III	3,7	=	III	1,1	=	II
Roche moyenne sur 1500 analyses.	Harzose	Washington	20,1	»	»	3,0		IV	1,2		V	1,9		II	1,6		II

Séries.	Roche moyenne. Noms américains.	Auteurs et chimistes.	K.	(1)	N.	(1)	C.	(1)	$S_{sal.}$	(1)	F.	(1)	M.	(1)	C'.	(1)	S_f.	(1)	An %.	(1)
Highwood M^s États-Unis.	Borolanose	Pirsson Geol. Survey	10	(+)	5	=	2	(+)	60	»	27	—	16	+	15	{+ =}	36	»	39	+
Série romaine Italie occidentale.	Borolanose	Washington	10	(+)	5	(—)	3	(+)	59	{— =}	30	—	13	(+)	17	+	35	+	57	+
Laurdalite Norvège.	Umptekose	Brögger ses assistants	6	(—)	3	(—)	1	(+)	62	(—)	42	—	12	+	9	+	27	(+)	16	+
Ampasindava Madagascar.	Essexose	Lacroix Pisani	6	—	7	=	4	+	59	»	34	—	17	(+)	10	(+)	32	(+)	39	+
Mont-Dore Puy-de-Dôme.	Andose (sur 50 roches)	Michel Lévy et Lacroix Pisani	4	(—)	5	=	5	+	62	—	37	—	18	=	6	+	30	=	36	+
Cantal Haute-Auvergne.	Andose	Fouqué Pisani	3	(—)	6	=	6	(+)	60	(—)	37	—	18	=	6	+	30	(+)	39	+
Les Puys Puy-de-Dôme.	Andose	Michel Lévy Divers	3	=	5	=	7	{= +}	61	(—)	47	—	15	=	7	(+)	31	(+)	43	+
Arc Egéen Aegine-Méthana.	Tonalose	Washington	2	=	4	=	6	(+)	66	(—)	47	—	13	{= —}	9	+	30	(—)	48	+
Roche moyenne sur 1500 analyses.	Harzose	Washington	5		4		4		66		37		19		6		32		39	

(1) La croissance du paramètre, quand x croît, est indiquée par le signe +; la décroissance par —; la constance par =. Les parenthèses indiquent une variation minime.

(2) Voir les limites des catégories, sur le Tableau page 601. Pour le paramètre Φ, I correspond à un magma éléolitique; I' leucitique (pour $r = V$ et VI); II alcalino-syénitique; III syénitique; IV alcalino-granitique; V granito-dioritique; VI tonalitique.

(3) Pour le paramètre r, I persodique; II méga-sodique; III méso-sodique; IV méso-potassique; V méga-potassique; VI perpotassique.

(4) Pour le paramètre Ψ, I magnésien; II magnésien-ferrique; III ferro-magnésien; IV ferrique.

(5) Pour le paramètre U, I méga-calcique; II méso-calcique; III micro-calcique.

On voit combien, au Mont-Dore, les paramètres sont relativement stables, d'un bout à l'autre de la série; le magma est bien *syénitique, méso-potassique, magnésien-ferrique, méso-calcique*. Quant aux variations des éléments des triangles normaux, quand x croît, la potasse décroît un peu, la soude est constante; le fer diminue assez rapidement; la magnésie est sensiblement constante.

D'autres séries procurent des résultats tout aussi probants; nous en donnons ci-dessous quelques exemples qui font bien ressortir l'importance des paramètres magnétiques et la façon rigoureuse dont ils permettent de fixer les caractéristiques des séries.

Les exemples qui précèdent, et notamment celui très étudié et très probant du Mont-Dore, montrent que tout se passe comme si deux magmas à propriétés très différentes (scorie, fumerolle) se mélangeaient en diverses quantités, en conservant, chacun, d'une façon assez stable la proportion relative de ses divers éléments [1]; ceci explique la constance remarquable du coefficient d'acidité Φ et du rapport d'alcalis r; en tout cas le mécanisme de la *différenciation*, dans une série comme celles du Mont-Dore, d'Highwood, du Vésuve, de Madagascar, de la Mer Egée, etc., ne peut en aucune façon expliquer le mode de variation qui a entraîné à l'Etna, par exemple, la totale modification du rapport des alcalis, par rapport au groupe si étendu et si voisin du Vésuve.

Quelques règles générales découlent en outre des variations (+, —) constatées ci-dessus; ainsi au Mont-Dore, quand la scorie domine, elle s'appauvrit relativement en fer; quand c'est la fumerolle, elle s'enrichit légèrement en potasse et en silice. Il y a toute une série de variations secondaires, très intéressantes à étudier; parmi elles, les plus constantes sont celles qui, pour x croissant, font diminuer Ψ, tout en laissant à U à peu près sa valeur.

---

(1) Il est intéressant de rappeler ici la concordance de ces résultats pratiques avec les théories de Daubrée sur la scorie universelle, de Bunsen sur les deux magmas feldspathique et pyroxénique, de Durocher sur les réservoirs souterrains, l'inférieur basique, le supérieur acide. Il convient d'ajouter que les idées nouvelles sur la segmentation des magmas, suivant les lois de la Chimie physique, seraient ainsi reléguées dans le domaine de la différenciation par cristallisation. C'est à la théorie de la *pegmatisation*, par pneumatolyse, que se rapporterait la mobilité du magma fumerolle.

ÉNERGÉTIQUE BIOLOGIQUE. — *Les modifications introduites par l'état pathologique dans la destination immédiate des aliments azotés. Enseignements qui en résultent pour le déterminisme de la supériorité de la dépense énergétique qu'exige leur assimilation.* Note de M. A. CHAUVEAU.

La *destination immédiate* de la protéine alimentaire (Voir *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 173 et 237) peut éprouver, du fait de l'état pathologique, des perturbations graves, dont la connaissance est capable de fournir de précieux compléments de démonstration au *déterminisme* de la supériorité de la dépense qu'entraîne l'alimentation carnée.

Je vise surtout le cas des diabétiques maigres dont le mal est d'origine pancréatique. Dans cet état de diabète, la protéine alimentaire devient très peu apte ou même tout à fait inhabile à se transformer en graisse de réserve. Cette protéine passe de suite à l'état de glycose, que l'organisme animal est impropre à emmagasiner et qui s'élimine en nature par l'émonctoire rénal. Or, d'après les équations rappelées dans la précédente Note (t. CXLIV, p. 242), le mécanisme de cette substitution n'est pas autre chose qu'un plus grand degré d'oxydation imprimé à l'aliment azoté. Il en résulte que, *pour l'assimilation d'une même ration carnée, un sujet sain et un sujet diabétique ne dépensent pas la même quantité d'oxygène. Le dernier doit nécessairement en consommer davantage. Si l'expérience démontrait qu'il en est réellement ainsi, elle apporterait une nouvelle et importante contribution à l'établissement du déterminisme de la supériorité de la dépense énergétique attachée à l'alimentation carnée.* Il y a même des raisons de croire à l'existence de conditions particulières à l'état sain, qui ne se retrouveraient plus dans l'état diabétique et seraient capables de traduire leur influence dans les caractères différentiels de la dépense en oxygène. Ce dernier point est particulièrement délicat. Il y a lieu de le soumettre à une analyse détaillée, à laquelle la physiologie générale de la nutrition est, du reste, grandement intéressée.

Conditions générales de l'application de la protéine alimentaire à sa destination immédiate chez le sujet sain. — A l'avance, il doit être bien entendu que les développements qui vont suivre ne s'appliquent qu'aux protéines complètement douées de la propriété nutritive.

Les très importants travaux qui se poursuivent un peu de tous les côtés, sur la distinction et la constitution des diverses protéines, n'ont rien changé aux notions successivement acquises, à partir des premières expériences de Magendie, sur les aptitudes nutritives des substances azotées

qui entrent dans la composition des rations alimentaires. Il reste toujours vrai que les substances du groupe *gélatine* (les *scléro-protéines,* comme on tend à les désigner maintenant) sont impropres à remplir le rôle d'aliment azoté complet. Elles n'ont en effet que des propriétés nutritives limitées, en ce sens qu'elles ne peuvent que contribuer à l'entretien des réserves ternaires. On n'a point à s'en occuper ici. Les *protéines* qui nous intéressent sont seulement celles qui entrent dans la constitution des viandes, du lait, des œufs et leurs similaires, c'est-à-dire les protéines qui se montrent capables à la fois de participer à l'entretien des réserves ternaires de potentiel et de remplacer les albuminoïdes usés de l'organisme, dans l'acte tout à fait fondamental de la rénovation de la matière.

Il y a quelques propositions préalables à établir sur ce double rôle ou cette double *destination immédiate,* qui caractérise essentiellement le véritable aliment azoté de l'organisme animal.

Le départ entre la protéine alimentaire qui se fixe en nature dans les tissus et celle qui entretient les réserves du potentiel ternaire. — Il est évident que les deux parts en lesquelles l'albumine alimentaire se partage au sein de l'organisme sont exposées à varier. Ce ne sont pas toujours les mêmes rapports quantitatifs qui existent entre la partie qui s'assimile en nature pour répondre au besoin d'albumine de la fonction rénovatrice et la partie qui est sujette à transformation en potentiel-graisse, toujours prêt à pourvoir au besoin d'énergie qu'excite la mise en œuvre de toutes les autres activités organiques.

Ces variations dépendent : ou de l'état général de la nutrition du sujet; ou du régime qui a précédé le repas dont on étudie actuellement l'influence; ou enfin et surtout de la *quantité* de l'aliment donné dans ce repas.

Influence de l'abondance de la ration carnée et de sa décroissance graduelle sur les valeurs respectives des deux parts attribuées à la rénovation des tissus et à la reconstitution des réserves ternaires. — On doit s'attacher tout particulièrement à ce point, qui fournit, du reste, l'occasion de parler également des deux autres. Pour obtenir les renseignements cherchés, il est nécessaire d'avoir recours à la comparaison de l'*azote* qui *entre,* avec la ration, dans l'organisme et de l'*azote* qui en *sort* avec les uréides de l'urine des 24 heures consécutives au repas. Voici ce qu'au point de vue spécialement envisagé ici, apprend cette comparaison, à laquelle on est souvent obligé d'avoir recours dans la plupart des études sur les processus intimes de la nutrition.

Sur un sujet en bon état d'entretien, commençant sa journée de 24 heures par un copieux repas de viande, si l'on n'a fait intervenir aucune des influences qui activent la rénovation de la matière, l'*azote entrant* est toujours supérieur à l'*azote sortant*.

L'écart est dû, comme on sait, d'une part à ce qu'une certaine quantité de la ration échappe à l'action du travail digestif, surtout quand la ration est abondante, d'autre part, à ce que l'entraînement, hors de l'organisme, d'une petite partie de l'*azote sortant* s'effectue par les incessantes exfoliations épidermiques et épithéliales qui se produisent à la surface de la peau et des muqueuses. Il convient d'ajouter que l'écart en question peut tenir aussi à ce que les éléments de l'organisme, dans leur fonction de rénovation, *prennent* plus de protéine qu'ils n'en *perdent*. C'est une rencontre qui se produit, en effet, quand lesdits éléments ne sont pas en état de saturation *protéinienne :* par exemple, dans le cas où le sujet, ayant été préalablement soumis à un régime qui n'est capable que d'un médiocre entretien, ne possède que des organes mal nourris; ou bien si le sujet, parfaitement entretenu par un bon régime antérieur, s'est trouvé passagèrement sous le coup de la diète azotée ou mieux encore d'une diète complète. Il est tout naturel que, dans ces deux cas, l'écart entre l'*azote entrant* et l'*azote sortant* soit plus considérable.

Si donc la ration s'accroît dans le bon repas de viande qui commence la journée, l'écart entre l'*azote entrant* et l'*azote sortant* ne s'accroîtra sensiblement que dans les cas où le sujet, de par l'insuffisance en protéine de son régime antérieur, se trouve loin du susdit état de saturation.

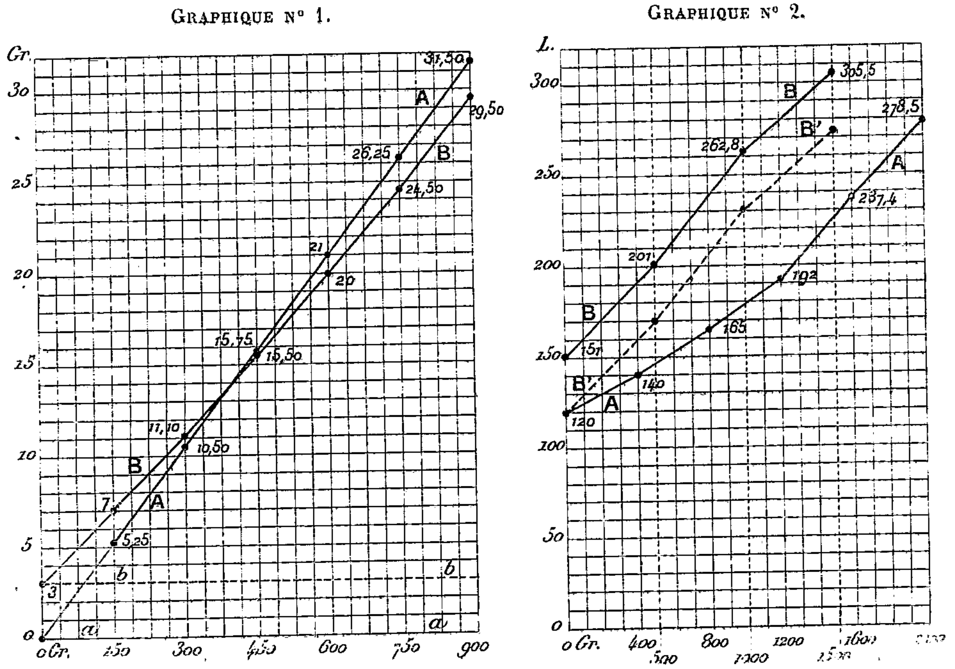
Mais lorsque au contraire la ration s'amoindrit, cet écart diminue toujours. Il arrive alors un moment où l'*entrée* et la *sortie* de l'azote prennent la même valeur. Puis, avec un plus grand affaiblissement de la protéine alimentaire, une inversion se produit : c'est la quantité d'*azote entrant* qui devient inférieure à celle de l'*azote sortant*. On a atteint alors, dans la progression descendante de la ration, le point à partir duquel l'aliment albuminoïde, continuant à se partager entre ses deux *destinations immédiates*, ne suffit plus à jouer son rôle de restaurateur de la matière des tissus de l'organisme. Celui-ci ne trouve plus à *prendre* autant de protéine qu'il en *perd*, dans l'histolyse rénovatrice qui élimine les albuminoïdes usés sous forme d'uréides, d'acide carbonique et d'eau.

Un bon graphique permet d'exprimer clairement ces très intéressantes variations, en fonction de la valeur pondérale de la ration carnée. Celui que je donne ici (*Graphique* n° 1) concerne une chienne de 12^{kg} environ, qui a pu être suivie au laboratoire pendant de longues périodes d'alimentation exclusivement carnée, coupée de quelques périodes de jeûne ou d'alimentation à la soupe. Dans ce graphique, la ligne AA représente la courbe de l'azote de la ration (*Azote entrant*); la ligne BB, la courbe de l'azote urinaire (*Azote sortant*). La valeur des rations de viande (150^{g}, 300^{g}, 450^{g}, 600^{g}, 750^{g}, 900^{g}) est représentée en abscisses; celles de l'*azote entrant* et de l'*azote sortant* en ordonnées.

Le nombre des déterminations avec lesquelles j'ai construit ce graphique est si considérable [1] que les moyennes obtenues pour l'*azote sortant*, aussi bien que pour

[1] Il dépasse 172, dont 79 pour les seules rations n° 1 (150^{g} de viande), n° 5 (750^{g} de viande), et la comparaison de ces deux cas avec celui de l'état de jeûne.

l'*azote entrant,* se suivaient assez régulièrement, malgré les grandes inégalités qu'affectaient les chiffres des cas particuliers et qui se compensaient réciproquement. Aussi, grâce à quelques rectifications absolument insignifiantes, les deux courbes se présentent-elles avec la quasi-régularité d'un pur schéma.



Graphique n° 1. — Valeur de l'azote excrété avec l'urine, en fonction de l'azote ingéré avec la protéine de la ration alimentaire.

Graphique n° 2. — Valeur de O^2 absorbé pour l'utilisation de la protéine alimentaire, en fonction de la quantité de cette protéine, chez le sujet sain et le sujet diabétique.

Qu'on lise ce graphique de droite à gauche, c'est-à-dire dans le sens de la décroissance graduelle des rations, et l'on retrouvera, au croisement des deux courbes, le point où la protéine alimentaire suffit encore à couvrir les pertes dues à l'histolyse rénovatrice et à la consommation des réserves par les autres travaux physiologiques. Quand la ration de viande est de 300g, l'organisme *perd* une quantité de protéine représentée par 11g,18 d'*azote urinaire,* et il ne se trouve que 10g,50 d'*azote* dans la protéine alimentaire. Avec la ration de 150g de viande, le déficit s'aggrave : 7g d'*azote sortant* contre 5g,25 seulement d'*azote entrant.*

Les documents manquent pour déterminer exactement la manière dont ce déficit se répartit entre les deux *destinations immédiates* de la protéine alimentaire. Mais il est évident qu'il s'amoindrit pour l'une et l'autre, à mesure que la ration augmente ; il ne tarde donc pas à disparaître. En tout cas, on peut affirmer que le déficit de la part afférente à l'entretien des

réserves la diminue d'autant moins qu'elle est plus considérable. Et alors, la quantité d'oxygène nécessaire à sa transformation en graisse, au lieu d'être, dans tous les cas, proportionnelle au poids de la ration, doit tout d'abord croître moins vite que ce poids. Ainsi, voilà encore une occasion de contrôler l'exactitude du *déterminisme* attribué à la supériorité de la dépense énergétique qu'entraîne l'alimentation carnée, c'est-à-dire le rattachement de ce *déterminisme* à la *destination immédiate* de l'aliment-protéine.

Que répondent les faits à ces prévisions sur les dépenses d'oxygène qu'exige la ration protéine croissante? Ce n'est pas à mes propres expériences que je le demanderai. Il y a intérêt pour le succès de ma démonstration à prendre les éléments de la réponse dans des études déjà publiées, par des chercheurs compétents dont l'idée instigatrice n'avait rien de commun avec la mienne.

Marche de la consommation de l'oxygène consacré à l'assimilation d'une ration carnée croissante, chez le sujet sain. — Je suis très bien servi, pour les démonstrations de ce premier cas, par une expérience de Laulanié [1], expérience excellente, quoique mise par lui au service d'une hypothèse sans fondement, pour expliquer l'excès de dépense énergétique excité par l'alimentation carnée.

Un chien de 15^{kg} reçoit, après 48 heures de jeûne, une ration quotidienne de viande qui a été de 400^{g} le premier jour et, les jours suivants, de 800^{g}, 1200^{g}, 1600^{g}, 2000^{g}. Voici quelle a été l'influence de cette alimentation sur la dépense d'oxygène en 24 heures :

I. Valeur de la ration...	0^{kg}(jeûne)	$0^{kg},4$	$0^{kg},8$	$1^{kg},2$	$1^{kg},9$	2^{kg}
II. O^2 dépensé (dépense totale)............	$120^{l},13$	$139^{l},90$	$164^{l},44$	$192^{l},16$	$237^{l},37$	$278^{l},62$
III. Dépense ajoutée par l'alimentation à celle de l'état de jeûne...	»	$19^{l},78$	$44^{l},31$	$72^{l},03$	$117^{l},24$	$158^{l},50$
IV. Différence entre les excédents..........	»	$19^{l},78$	$24^{l},53$	$27^{l},72$	$45^{l},21$	$41^{l},25$

Plus clairement encore que dans le Tableau ci-dessus, les résultats de cette expérience se traduisent avec leur pleine signification dans le *Graphique* n° 2. La courbe AA permet de suivre tous les détails de la marche de la dépense d'oxygène qui s'ajoute à celle de l'état de jeûne, pour l'assimilation des cinq rations données successivement au sujet. Cette marche est bien celle qui était attendue.

---

(1) *Éléments de Physiologie*, 2e édition, p. 560. — *Société de Biologie*, 1905.

Donc, *en conformité des variations imprimées, suivant l'abondance du repas, à la répartition de la protéine alimentaire entre ses deux destinations immédiates, la proportion de O^2 dépensée dans cette répartition par les mutations chimiques qui forment les réserves de graisse est plus grande avec les fortes rations qu'avec les petites.*

Voyons maintenant le second cas.

Marche de la consommation d'oxygène qui s'ajoute, chez le sujet diabétique, à celle de l'état de jeûne, pour fournir l'énergie nécessaire à l'emploi immédiat de la protéine alimentaire, en fonction de la valeur de la ration. Il ne s'agit ici que d'une comparaison à faire avec le cas du sujet sain. D'après les prémisses du début, *le sujet sain et le sujet diabétique, pour l'assimilation d'une même ration carnée, ne dépensent pas la même quantité d'oxygène. Le dernier doit nécessairement en consommer davantage.* Or, ce fait vient justement d'être mis en évidence, d'une manière intéressante, dans une thèse de la Faculté de Médecine de Toulouse (*Recherches expérimentales sur le diabète*, par G. Lafon, 1906). Il s'y trouve une expérience calquée, en quelque sorte, sur celle de Laulanié et qui la complète, en montrant ce qu'il advient des combustions respiratoires quand la protéine de la ration ne peut plus céder à l'organisme son potentiel énergétique que sous forme de glycose, condamné à l'élimination.

Un chien dépancréaté, pesant primitivement 15^{kg}, est soumis au régime carné exclusif, avec les rations croissantes de 500^g, 1000^g, 1500^g de viande. Voici les résultats :

I. Valeur de la ration..........	0^{kg} (jeûne)	$0^{kg},5$	1^{kg}	$1^{kg},5$
II. O^2 dépensé (dépense totale)..	$151^l,18$	201^l	$262^l,80$	$305^l,50$
III. Dépense ajoutée par l'alimentation à celle de l'état de jeûne.	»	$49^l,82$	$111^l,62$	$154^l,32$
IV. Différence entre les excédents.	$49^l,82$	$61^l,80$	$42^l,70$	

Pour tirer le meilleur parti possible des documents de ce Tableau, on les a mis en courbe, dans le même graphique (*Graphique n° 2*) que ceux qui ont été recueillis sur le chien sain. BB y représente la marche croissante de l'oxygène employé à la digestion, l'absorption, l'assimilation (?) des rations 500^g, 1000^g, 1500^g de viande chez le sujet diabétique. Dans le but de favoriser la comparaison avec la marche propre à l'état sain, AA, on a reproduit cette courbe BB, devenue B'B', en l'abaissant jusqu'à ce que son origine rejoigne celle de AA. Mises ainsi en parallèle, les deux courbes permettent de saisir très nettement les caractères de la supériorité de la dépense énergétique du chien dépancréaté sur celle du chien à l'état physiologique. Cette supériorité est d'autant plus significative que le poids du sujet malade, identique au début avec celui de l'autre chien, avait considérablement baissé après l'opération. Du reste,

le malade, même à jeun, devait consommer déjà et consommait effectivement plus d'oxygène que l'animal bien portant.

Il est donc bien établi que les mutations chimiques que subit, dans l'organisme, la ration carnée, pour aboutir à sa destination immédiate, dépensent plus d'oxygène, donc plus d'énergie, lorsque la protéine de cette ration se transforme en glycose, chez le diabétique, que quand elle se change en graisse chez le sujet sain.

Ainsi, les faits de l'état pathologique, s'enchaînant étroitement à ceux de l'état physiologique, montrent, de concert avec ces derniers, la très grande importance des oxydations qui préparent les protéines alimentaires à leur emploi immédiat dans la formation du potentiel de réserve. Ils participent donc à la démonstration du déterminisme de la supériorité de la dépense énergétique attachée à l'assimilation des rations carnées. D'où un puissant renforcement donné à l'objection qu'oppose cette démonstration à l'introduction brute du principe des substitutions isodynames dans la théorie de l'alimentation.

M. **Edmond Perrier** présente à l'Académie un portrait de Lamarck.

Le prince **Roland Bonaparte** fait hommage à l'Académie de plusieurs de ses publications.

COMMISSIONS.

Le prix La Caze (Physiologie) doit être compris dans la liste donnée à la page 1104 du Tome CXLIII des prix que jugera la Commission de Physiologie.

Cette Commission se compose de MM. *Chauveau, Bouchard, d'Arsonval, Roux, Giard, Laveran, Dastre.*

PLIS CACHETÉS.

M. **Moïse Adad** demande l'ouverture d'un pli cacheté reçu dans la séance du 11 février 1907 et inscrit sous le numéro 7190.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient un Mémoire intitulé :

Théorie de la réfraction simple de la lumière et nouvelles considérations sur les corps monoréfringents.

(Renvoi de l'examen à M. Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

La SECTION PHYSIQUE DE LA SOCIÉTÉ PHYSICO-CHIMIQUE RUSSE adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. Henri Moissan.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Gœthe's Metamorphose der Pflanzen, Geschichte einer botanischen Hypothese, par le Dr ADOLPH HANSEN. Première Partie, texte et Atlas.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini (1907 a) faites au grand équatorial de l'Observatoire de Bordeaux.* Note de M. ERNEST ESCLANGON.

Observations de la comète.

Dates. 1907.	Étoiles.	Temps sidéral de Bordeaux.	Δα.	Δ℘.	Nombre de comparaisons.
		h m s	m s	′ ″	
Mars 12....	*a*	8.28.44,2	−3.26,90	+ 2.57,4	32:8
» 15....	*b*	9. 4.53,8	+2.55,72	− 0.52,3	28:4

Positions moyennes des étoiles de comparaison.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a....	*Connaissance des Temps* 1907, γ Grand Chien	6.59.33,07	+0,29	105.29.43,5	+15,7
b....	½ (W₁ H VI 1321 + Mun₁ 2127	6.45.42,91	+0,15	102.51.21,8	+15,4

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 12......	9.11.17,3	6.56. 6,46	$\bar{1}$,431	105.32.56,6	−0,880
» 15......	9.35.33,3	6.48.38,78	$\bar{1}$,383	102.50.44,9	−0,860

La comète présente une nébulosité d'assez faible intensité, avec un noyau bien défini.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini* (1907 *a*) *faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* 0m,318. Note de MM. **Rambaud** et **Sy**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1907.	Temps moyen d'Alger.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	Étoiles.	Obsrs.
Mars 11.......	h m s 8.23.42	m s +0.14,06	+ 3′.40″,0	12:12	*a*	S
» 11.......	8.52. 9	+0.10,79	+ 4.48,3	12:12	*a*	R
» 13.......	9. 2.59	−0.14,15	+ 2.57,1	12:12	*b*	S
» 13.......	9.29.11	−0.16,78	+ 3.57,9	12:12	*b*	R
» 14.......	9.11.26	−1.22,67	− 5.13,6	12:12	*c*	S
» 14......	10. 6.30	−1.28,35	− 3. 3,0	12:12	*c*	R

Positions des étoiles de comparaison pour 1907,0.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
a..	h m s 6.58.39,44	s +0,31	° −16.33′.49″,6	−15″,9	½ [Weisse supplt 4986 + Radcliffe 1760]
b..	6.53.47,15	+0,24	−14.41.44,4	−15,7	Weisse I, no 1589 VIh
c..	6.52.26,36	+0,21	−13.39.21,5	−15,5	Munich I, no 2220

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Mars 11..........	h m s 6.58.53,81	$\bar{1}$,438	−16°.30′.25″,5	0,845
» 11..........	6.58.50,54	$\bar{1}$,677	−16.29.17,2	0,842
» 13..........	6.53.33,24	$\bar{1}$,856	−14.39. 3,0	0,827
» 13..........	6.53.30,61	$\bar{1}$,959	−14.38. 2,2	0,821
» 14..........	6.51. 3,90	$\bar{1}$,945	−13.44.50,6	0,819
» 14..........	6.50.58,22	0,108	−13.42.40,0	0,804

La nébulosité de la comète semble ronde, d'un diamètre égal à une minute d'arc

environ, avec une condensation centrale de 5″ et dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de grandeur 11,5.

ASTRONOMIE. — *Éléments de la comète Giacobini* (1907 *a*). Note de M. **Paul Brück**, présentée par M. Lœwy.

T = 1907 mars 21,957, temps moyen de Paris,

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 318^\circ.42'.28'' \\ \Omega &= 97.29.31 \\ i &= 141.26.16 \end{aligned}\right\} 1907,0$$

$$\log q = 0,312114$$

Les différences observation — calcul pour le lieu moyen sont respectivement +7″ et −2″. Le calcul repose sur l'observation de la découverte le 9 mars et deux autres faites à Besançon, par M. Chofardet, le 12 et le 14 mars.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Giacobini* (1907 *a*), *faites à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Besançon*. Note de M. **P. Chofardet**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1907.	Étoiles.	Gr.	Temps moyen de Besançon.	ΔÆ.	ΔP.	Nombre de comparaisons.
Mars 12.......	*a*	10	8h.50m.56s	−0m.50s,48	+1′.45″,8	12 : 9
» 12.......	*a*	10	9.30. 1	−0.54,77	+0.14,7	12 : 9
» 14.......	*b*	8,9	9. 6. 6	+1.13,28	+7.12,9	12 : 9
» 16.......	*c*	4,5	10.14. 4	−3.29,70	+3. 0,1	9 : 9

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1907,0.

Étoiles.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
a.......	An. rapp. à γ Gd Chien	6h.57m. 1s,84	+0s,28	105°.32′.40″,3	+15″,8
b.......	631 Santini	6.49.52,63	+0,19	103.38. 8,3	+15,5
c.......	8359 Paris	6.49.52,34	+0,15	101.55.18,0	+15,1

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Mars 12...........	6.56.11,64	$\bar{1}$,110	105.34.41,9	$0,890_n$
» 12...........	6.56. 7,35	$\bar{1}$,288	105.33.10,8	$0,884_n$
» 14...........	6.51. 6,10	$\bar{1}$,241	103.45.36,7	$0,879_n$
» 16...........	6.46.22,79	$\bar{1}$,464	101.58.33,2	$0,858_n$

Cette comète, de 11e grandeur, est une nébulosité ronde de 30″ de diamètre, ayant une légère condensation centrale.

ASTRONOMIE. — *Sur la nouvelle comète Giacobini.* Note de M. **Giacobini**, présentée par M. Bassot.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie les observations, les éléments et l'éphéméride de la nouvelle comète que j'ai rencontrée le 9 mars dernier, à l'aide de l'équatorial coudé de l'Observatoire de Nice.

Éléments de la comète calculés avec les observations de Nice, des 9, 11 *et* 13 *mars.*

T = 1907 mars 15,658 Paris,

$$\left.\begin{aligned} \omega &= 315^\circ.10',0 \\ \Omega &= 96.49,1 \\ i &= 141.53,7 \end{aligned}\right\} 1907,0.$$

$\log q = 0,31210$

Éphéméride pour 12h (temps moyen de Paris).

Dates. 1907.	α.	Distance polaire.	log Δ.	H.
	h m s	° ′		
Mars 19,5..........	6.40. 7	99.26,3	0,2065	0,80
» 23,5..........	6.33.15	96.23,6	0,2277	0,73
» 27,5..........	6.27.37	93.38,0	0,2489	0,66
» 31,5..........	6.23. 4	91. 8,0	0,2702	0,59
Avril 4,5..........	6.19.27	88.51,5	0,2916	0,53

Observations de la comète.

Dates. 1907.	Temps moyen de Nice.	Δα.	ΔP.	Nombre de compar.	★.
	h m s	m s	′ ″		
Mars 10	10.25.58	+2.59,11	— 3.39,4	9 : 6	1
» 11	10. 0.16	+0. 6,59	— 6.14,6	18 : 10	2
» 12	10. 7.37	—3.29,89	+ 1.56,0	15 : 8	3
» 13	9.58.11	+0.29,65	+ 1.22,6	12 : 10	4
» 15	9.30.22	+4.32,86	+ 7.36,5	12 : 8	5
» 16	9.22.32	—3.24,87	+ 5. 2,0	12 : 8	6

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1907,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1	D.M. — 17°, 1743 ½ (2 obs. Washington + Paris 8599)	6.58.33,43	+0,34	107.26.46,0	+16,1
2	D.M. — 16°, 1723 (2 obs. Washington)	6.58.39,43	+0,31	106.33.48,9	+16,0
3	γ Grand Chien (*C. d. T.*)	6.59.33,07	+3,29	105.29.43,5	+15,7
4	D.M. — 14°, 1659 (2 obs. Washington)	6.52.59,54	+0,23	104.35.54,5	+15,7
5	Radcliffe, 1694	6.44. 9,24	+0,14	102.44.11,6	+15,4
6	θ Grand Chien (*Berlin. Jahrb.*)	6.49.52,15	+0,14	101.55.18,3	+15,1

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Ascension apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Mars 10	7. 1.32,88	$\bar{1}$,447	107.23.22,7	$0,862_n$
» 11	6.58.46,33	$\bar{1}$,395	106.27.50,3	$0,867_n$
» 12	6.56. 3,47	$\bar{1}$,429	105.31.55,2	$0,856_n$
» 13	6.53.29,42	$\bar{1}$,417	104.37.32,8	$0,858_n$
» 15	6.48.42,24	$\bar{1}$,375	105.52. 3,5	$0,853_n$
» 16	6.46.27,42	$\bar{1}$,370	102. 0.35,4	$0,850_n$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes orthogonaux de fonctions.* Note (¹) de M. **Frédéric Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

Pour la résolution de certaines équations fonctionnelles, du type de l'équation bien connue de Fredholm, M. Hilbert a indiqué une méthode générale (²); cette méthode consiste à rattacher la résolution de ces équations fonctionnelles à la résolution d'un système infini d'équations linéaires

(¹) Présentée dans la séance du 11 mars 1907.

(²) *Göth. Nachr.*, 1906, p. 157 et 439.

à un nombre infini d'inconnues. M. Hilbert fait le lien entre ces deux problèmes, en se servant d'un système orthogonal de fonctions; les coefficients, comme les inconnues des dernières équations, ne seront que des intégrales déduites des fonctions données et des fonctions inconnues du problème, d'une manière analogue aux coefficients de Fourier, à l'aide des fonctions du système orthogonal.

Pour la méthode de M. Hilbert, la question suivante est de grande importance :

Étant donné un système orthogonal de fonctions, déduites pour un intervalle déterminé, attribuons à chaque fonction du système un nombre réel. Sous quelles conditions existera-t-il une fonction telle que, pour chaque fonction du système, l'intégrale du produit de cette fonction et de la fonction en question, prise sur l'intervalle, soit égale au nombre donné d'avance?

Pour la classe des fonctions sommables, bornées ou non, mais dont le carré est aussi sommable, le théorème que je vais donner résout tout à fait la question. Je remarque d'abord qu'un système orthogonal de fonctions, dont aucune n'est de l'intégrale o, doit être fini ou dénombrable. La démonstration de ce théorème, que j'ai indiquée [1] en supposant les fonctions bornées, peut être étendue sans difficulté à toutes les fonctions sommables, de carré sommable.

Voici le théorème :

Soit $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$, ... *un système normé de fonctions, définies sur un intervalle ab, orthogonales deux à deux, bornées ou non, sommables et de carré sommable; c'est-à-dire tel que l'on ait*

$$\int_a^b \varphi_i(x)\varphi_j(x)\,dx = 0 \quad (i \neq j); \qquad \int_a^b [\varphi_i(x)]^2\,dx = c^2$$

pour toutes les fonctions du système. Attribuons à chaque fonction $\varphi_i(x)$ *du système un nombre* a_i. *Alors la convergence de* $\sum_i a_i^2$ *est la condition nécessaire et suffisante pour qu'il y ait une fonction* $f(x)$ *telle qu'on ait*

$$\int_a^b f(x)\varphi_i(x)\,dx = a_i$$

pour chaque fonction $\varphi_i(x)$ *et chaque nombre* a_i.

---

(1) *Comptes rendus*, 12 novembre 1906.

La nécessité de la condition donnée suit immédiatement de l'inégalité bien connue de Bessel, donnée par lui pour des fonctions continues, mais qui reste vraie pour des fonctions quelconques, sommables et de carré sommable. Quant à la question de savoir si la condition donnée est aussi suffisante, je me borne à indiquer brièvement la marche de ma démonstration.

1. D'abord je démontre le théorème pour le cas classique des fonctions trigonométriques. Pour cela je montre qu'en intégrant terme à terme une série trigonométrique, dont la somme des carrés des coefficients est convergente, la série des intégrales indéfinies tend uniformément vers une fonction *continue et à variation bornée*. Cette fonction a une *dérivée* en tous les points de l'intervalle $0 - 2\pi$, excepté peut-être un ensemble de mesure o. Je démontre que *la fonction $f(x)$ égale à cette dérivée pour chaque point où celle-ci existe et prenant pour les autres points des valeurs quelconques, et la fonction $[f(x)]^2$ sont sommables, et les coefficients de Fourier, appartenant à la fonction $f(x)$, sont ceux donnés d'avance.* Dans ce but, je fais usage du lemme suivant, qui peut être intéressant en lui-même :

Si une série de fonctions $f_i(x)$, définies sur le même ensemble mesurable ε, sommables et de carré sommable, convergent vers une fonction $f(x)$ dans tout point de l'ensemble excepté peut-être un ensemble de mesure o, et si l'on a

$$\int_\varepsilon [f_i(x)]^2\,dx \leqq \mathrm{M}$$

pour chaque fonction $f_i(x)$, M étant un nombre fixe, on a

$$\int f(x)\,dx = \lim_{i=\infty} \int_\varepsilon f_i(x)\,dx.$$

2. Pour passer au cas général, je fais usage du lemme suivant :

Étant donné un système d'équations linéaires

$$\sum_k a_{ik} x_k = y_i \tag{1}$$

à un nombre infini d'inconnues, les coefficients a_{ik} étant tels que l'on ait

$$\sum_k a_{ik} a_{jk} = 0 \qquad (i \neq j), \qquad \sum_k a_{ik}^2 = 1,$$

pour chaque série de nombres y_k tels que $\sum_i y_i^2$ converge, le système (1) a au moins

une solution telle que $\sum_k x_k^2$ *converge, cette solution étant donnée par les formules*

$$x_k = \sum_i a_{ik} y_i. \tag{2}$$

Si le système des nombres a_{ik} *est complet, c'est-à-dire s'il n'existe pas de série de nombres* z_k *tels que*

$$\sum_k z_k^2 = 1, \qquad \sum_k a_{ik} z_k = 0$$

pour chaque nombre i, *les formules* (2) *fournissent la solution unique du système* (1).

De plus, dans ce dernier cas, on a

$$\sum_k x_k^2 = \sum_i y_i^2$$ (¹).

A l'aide de ce lemme on passera du système spécial des fonctions trigonométriques au système général, avec la seule restriction que les fonctions du système soient définies dans l'intervalle $0 - 2\pi$. Étant donné le système des fonctions $\varphi_i(x)$ et le système des nombres a_i, pour trouver la fonction inconnue $f(x)$, on appliquera d'abord le théorème bien connu sur l'intégration du produit de deux fonctions représentées par leurs coefficients de Fourier, théorème qui, d'après les recherches de M. Fatou (²), est vrai pour toutes les fonctions sommables, de carré sommable. On arrivera à un système d'équations linéaires tel que (1) et chaque solution (x_k) de ce système, pour laquelle $\sum_k x_k^2$ converge, fournira les coefficients de Fourier d'une fonction $f(x)$ telle que l'on ait

$$\int_0^{2\pi} f(x)\varphi_i(x)\,dx = a_i$$

pour chaque nombre i.

Si le système des fonctions orthogonales $\varphi_i(x)$ est complet (³), le système des équations n'aura qu'une seule solution; la fonction $f(x)$ sera donc déterminée jusqu'à une fonction additive de l'intégrale 0.

Enfin, le théorème étant démontré pour les fonctions définies dans l'in-

---

(¹) Ce lemme, qui se démontre aisément, résulte aussi des belles recherches de M. E. Schmidt sur les systèmes d'équations linéaires à un nombre infini d'inconnues, qui paraîtront prochainement. On le déduira aussi d'un résultat de M. Hilbert (*loc. cit.*, p. 195).

(²) *Acta math.*, t. XXX, p. 335.

(³) Voir, sur cette notion, ma Note déjà citée.

tervalle $0 - 2\pi$, on passera sans difficulté au cas d'un intervalle quelconque.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les solutions périodiques des équations différentielles linéaires.* Note [1] de M. T. LALESCO, présentée par M. Émile Picard.

1. On sait que la recherche des intégrales périodiques d'une équation différentielle du second ordre

$$y'' + k\,\mathrm{A}(x)y = 0, \tag{1}$$

où $\mathrm{A}(x)$ désigne une fonction périodique positive, revient à la résolution d'une équation fonctionnelle qui jouit des mêmes propriétés que l'équation de Fredholm sans second membre.

Dans la présente Note je vais indiquer une autre méthode qui rattache cette question à la théorie de Fredholm, applicable au cas général d'une équation différentielle linéaire d'ordre quelconque et dans des circonstances plus générales.

Considérons l'équation fonctionnelle

$$y(x) + k\int_0^x y(\xi)\,\mathrm{A}(\xi)(x-\xi) = ax + b \tag{2}$$

équivalente à (1). Exprimant que sa solution admet la période ω, on trouve les conditions

$$\left\{\begin{aligned} a &= -\frac{k}{\omega}\int_0^\omega y(\xi)\,\mathrm{A}(\xi)\,d\xi, \\ &\int_0^\omega y(\xi)\,\mathrm{A}(\xi)\,d\xi = 0, \end{aligned}\right. \tag{3}$$

et, réciproquement, ces conditions sont suffisantes; on peut alors écrire (2) sous la forme

$$y(x) + k\int_0^\omega \mathrm{G}(x,\xi)\,\mathrm{A}(\xi)y(\xi)\,d\xi = b,$$

---

[1] Présentée dans la séance du 11 mars 1907.

en posant

$$G(x, \xi) = \begin{cases} \xi(x-1) & \text{si} \quad 0 < \xi < x, \\ x(\xi - 1) & \text{si} \quad x < \xi < \omega. \end{cases}$$

La seconde des conditions (3) donne pour b la valeur

$$b = \frac{k}{S_1}\int_0^\omega A(\eta)\,d\eta \int_0^\omega G(\eta, \xi)\,A(\xi)\,y(\xi)\,d\xi,$$

en posant

$$S_1 = \int_0^\omega A(\xi)\,d\xi.$$

L'équation de Fredholm cherchée est donc

$$y(x) + k\int_0^\omega \left[G(x, \xi) - \frac{1}{S_1}H(\xi)\right] A(\xi)\,y(\xi)\,d\xi = 0$$

où l'on a

$$H(\xi) = \int_0^\omega G(\eta, \xi)\,A(\eta)\,d\eta.$$

Ce résultat suppose $S_1 \neq 0$, condition évidemment satisfaite si $A(x) > 0$. Si $S_1 = 0$ on a le résultat général suivant :

La recherche d'une intégrale périodique de l'équation (1) *revient, en général, à la résolution d'une équation de Fredholm sans second membre. Si l'on pose d'une manière générale*

$$S_i = \int_0^\omega A(\xi_1)\,A(\xi_2)\ldots A(\xi_i)\,G(\xi_1\xi_2)\,G(\xi_2\xi_3)\ldots G(\xi_{i-1}\xi_i)\,d(\xi_1\xi_2\ldots\xi_i)$$

et si l'on a

$$S_i = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, p-1),$$

mais

$$S_p \neq 0,$$

l'équation de Fredholm cherchée est

$$y(x) + k\int_0^\omega G(x, \xi)\,A(\xi)\,\eta(\xi)\,d\xi = \frac{k}{S_p}\int_0^\omega S_{p-1}\,G(\xi_{p-1}\,\xi)\,A(\xi)\,y(\xi)\,d\xi.$$

2. On peut appliquer la même méthode à l'équation aux dérivées par-

tielles du type hyperbolique

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + k\mathrm{F}(x, y)u = 0, \tag{4}$$

où F désigne une fonction périodique en x et y, de périodes ω et ω' respectivement. Exprimons que la solution de l'équation fonctionnelle équivalente

$$u(x, y) + k\int_0^x d\xi \int_0^y \mathrm{F}(\xi, \eta)\, u(\xi, \eta)\, d\eta = f(x) + \psi(y), \tag{4'}$$

$f(x)$ et $\psi(y)$ étant des fonctions arbitraires, admet les deux périodes ω et ω'; nous trouvons les conditions

$$\left\{\begin{aligned} &\int_0^\omega \mathrm{F}(\xi, \eta)\, u(\xi, \eta)\, d\xi = 0, \\ &\int_0^{\omega'} \mathrm{F}(\xi, \eta)\, u(\xi, \eta)\, d\eta = 0. \end{aligned}\right. \tag{5}$$

Les fonctions $f(x)$ et $\varphi(x)$ doivent, en outre, admettre respectivement les périodes ω et ω'; réciproquement ces conditions sont suffisantes.

Les conditions (5) développées conduisent aux équations fonctionnelles suivantes :

$$\left\{\begin{aligned} &b(x) f(x) - \int_0^\omega f(\eta)\, \mathrm{G}(x, \eta)\, d\eta = k\mathrm{M}(x), \\ &a(y)\, \varphi(y) - \int_0^{\omega'} \varphi(\xi)\, \mathrm{G}_1(\xi, y)\, d\xi = k\mathrm{N}(y), \end{aligned}\right. \tag{6}$$

où l'on a posé

$$a(y) = \int_0^\omega \mathrm{F}(\zeta, \eta)\, d\xi \quad \text{et} \quad \mathrm{G}(x, y) = \int_0^{\omega'} \frac{\mathrm{F}(x, \xi)\, \mathrm{F}(y, \xi)}{b(\xi)}\, d\xi,$$

$$b(x) = \int_0^{\omega'} \mathrm{F}(x, \eta)\, d\eta \quad \text{et} \quad \mathrm{G}_1(x, y) = \int_0^{\omega} \frac{\mathrm{F}(\eta, x)\, \mathrm{F}(\eta, y)}{a(\eta)}\, d\eta,$$

$\mathrm{M}(x)$ et $\mathrm{N}(y)$ désignant des fonctions périodiques en x et y respectivement, se présentant sous la forme d'intégrales doubles portant sur $u(\xi, \eta)$ et que l'on calcule aisément. Les fonctions $f(x)$ et $\varphi(y)$ sont ainsi, en général, uniques, périodiques, et leurs expressions remplacées en (4') donnent pour u une équation de Fredholm à deux variables et sans second membre.

La recherche des intégrales périodiques de (4) revient donc à la résolution d'une équation de Fredholm à deux variables et sans second membre; la détermination de cette équation nécessite, en outre, la résolution de deux équations de Fredholm à une seule variable à noyau symétrique et avec second membre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le problème de Dirichlet.* Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Appell.

Je me suis aperçu que, sans rien perdre en généralité, on pouvait simplifier considérablement la démonstration que j'ai donnée récemment (*Comptes rendus,* 11 février 1907) de l'existence d'une fonction φ prenant des valeurs continues données sur un contour C et rendant minimum l'intégrale

$$I(\varphi) = \int\int \left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial \varphi}{\partial y}\right)^2 \right] dx\, dy,$$

étendue au domaine D limité par C.

Les conditions aux limites étant supposées telles que, pour les fonctions u satisfaisant à ces conditions, la limite inférieure l de $I(u)$ soit finie, je prends des fonctions u_1, u_2, ... satisfaisant aux conditions aux limites et telles que les intégrales I correspondantes soient finies et tendent vers l. Je suppose de plus que ces fonctions n'ont ni maximum ni minimum et que la suite des u_i est convergente en tous les points d'un ensemble dénombrable partout dense. Ces conditions sont, on le sait, compatibles.

Je dis que les u_i tendent uniformément vers une fonction limite φ, ou, ce qui revient au même, qu'autour de chaque point A de C ou D comme centre, on peut tracer une circonférence Γ à l'intérieur de laquelle les fonctions $u_i - u_j$ restent, si i et j surpassent une certaine limite, inférieures au nombre fixe donné ε, et cela quel que soit $\varepsilon > 0$.

Les différences $u_i - u_j$ tendant vers zéro (quand i et j augmentent indéfiniment) aux points de convergence des u_i qui sont partout denses, s'il était impossible de tracer Γ, c'est que, η ayant été pris tel que l'on ait $0 < 2\eta < \varepsilon$, on pourrait faire correspondre à tout cercle γ de centre A une des fonctions u_i, soit $u(\gamma)$, de manière que $u(\gamma)$ ait dans γ une oscillation supérieure à η.

Je vais montrer que cela est impossible en supposant A intérieur à D; il

n'y aurait d'ailleurs rien d'essentiel à changer si A était sur C. Pour le faire je remarque que l'intégrale

$$i(u) = \int_a^b \left(\frac{du}{dx}\right)^2 dx,$$

quand u prend des valeurs données en a et b, atteint son minimum quand u est linéaire. Je remarque aussi que, en passant aux coordonnées polaires (ρ, θ), on obtient, comme limite inférieure de $I(u)$ dans la couronne circulaire limitée à $\rho = r$ et $\rho = R$, l'intégrale

$$\int_r^R d\rho \int_0^{2\pi} \left(\frac{1}{\rho}\frac{\partial u}{\partial \theta}\right)^2 \rho \, d\theta.$$

Si donc u a une oscillation au moins égale à η sur chaque circonférence ρ, $r \leqq \rho \leqq R$, l'intégrale en θ, qui est une intégrale $i(u)$, a au moins pour valeur $\frac{2\eta^2}{\pi\rho}$ et $I(u)$ est au moins égale à $2\frac{\eta^2}{\pi} \mathcal{L} \frac{R}{r}$.

Ceci posé, autour de A comme centre et intérieurement à D, je décris des circonférences $\Gamma, \gamma_1, \gamma_2, \ldots$, dont les rayons $R, r_1, r_2, \ldots$ vont constamment en décroissant et tendent vers zéro. Les u_i n'ayant ni maximum, ni minimum, $u(\gamma_i)$ a une oscillation au moins égale à η sur chacune des circonférences de centre A comprise entre γ_i et Γ; donc, dans la couronne limitée par γ_i et Γ et, par suite, *a fortiori* dans D, $I[u(\gamma_i)]$ est au moins égale à $2\frac{\eta^2}{\pi} \mathcal{L} \frac{R}{r_p}$.

Cela est impossible puisque les nombres $I(u_i)$ sont bornés dans leur ensemble; l'existence de la limite φ est démontrée. Utilisant ensuite l'hypothèse que les $I(u_i)$ tendent vers l, on démontrera que φ satisfait à l'équation de Laplace et que $I(\varphi) = l$ par la méthode de M. Hilbert ou par celle, analogue mais plus simple, de M. Fubini, ou par celle de M. B. Levi, ou encore en s'appuyant sur la solution connue du problème de Dirichlet quand C est une circonférence.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une surface du sixième ordre liée aux fonctions abéliennes de genre trois.* Note de M. L. **Remy**, présentée par M. G. Humbert.

Dans une Note précédente, j'ai énoncé quelques théorèmes relatifs aux surfaces algébriques S liées à une courbe plane du quatrième ordre C, de

telle sorte qu'à un couple de points de C réponde un point de S et qu'à un point de S répondent deux couples de points de C, situés en ligne droite.

J'ai étudié une surface S particulière définie par les équations

$$(1) \qquad \begin{cases} x_i = \Theta_i(u, v, w) \qquad (i = 1, 2, 3, 4), \\ \qquad \vartheta(u, v, w) = 0; \end{cases}$$

dans ces équations $\vartheta(u, v, w)$ désigne la fonction thêta normale, de caractéristique nulle et du premier ordre; $\Theta_1, \ldots, \Theta_4$ sont quatre fonctions thêta normales, de caractéristique nulle, du deuxième ordre, s'annulant pour trois demi-périodes p, p', p'', convenablement choisies parmi les zéros de $\vartheta(u, v, w)$.

Pour fixer les idées, les demi-périodes p, p', p'' peuvent être désignées par les symboles

$$(\alpha\alpha'\alpha''), \quad (\alpha\alpha'\beta''), \quad (\alpha\alpha'\gamma'')$$

d'après une notation due à M. Humbert et la fonction $\vartheta(u, v, w)$ par le symbole $\alpha\beta'\delta''$.

La surface S *ainsi définie est du sixième ordre; elle possède trois droites doubles qui concourent en un point triple.*

Aux trois demi-périodes p, p', p'' correspondent sur la surface des unicursales singulières : ce sont *trois coniques* situées respectivement dans les faces du trièdre des droites doubles.

Aux vingt-cinq autres demi-périodes qui annulent $\vartheta(u, v, w)$, mais non les fonctions $\Theta_i(u, v, w)$, correspondent *vingt-cinq points doubles.*

D'après le choix des demi-périodes $(\alpha\alpha'\alpha'')$, $(\alpha\alpha'\beta'')$, $(\alpha\alpha'\gamma'')$, il existe, en dehors de $\vartheta(u, v, w)$, cinq fonctions normales du premier ordre $\vartheta_j(u, v, w)$ s'annulant pour ces trois demi-périodes. Le carré de chacune de ces fonctions s'exprime par une combinaison linéaire et homogène des fonctions $\Theta_1, \ldots, \Theta_4$ et $[\vartheta(u, v, w)]^2$; par suite l'équation

$$[\vartheta_j(u, v, w)]^2 = 0$$

définit une section plane de la surface. Donc :

Il existe cinq plans P_j *tangents à la surface le long d'une cubique.*

Les dix sommets du pentaèdre des plans P_j sont des points doubles de la surface; les quinze autres points doubles sont situés trois par trois dans les cinq plans tangents singuliers.

L'étude des courbes définies par les fonctions thêta du premier ordre

conduit à des propriétés géométriques : en particulier, il existe trois quadriques contenant respectivement deux des droites doubles et circonscrites à la surface le long d'une biquadratique. De là cette conclusion : *Les cinq plans tangents singuliers forment avec les faces du trièdre des droites doubles un groupe de huit plans de Lamé.*

Ces propriétés sont caractéristiques :

Toute surface du sixième ordre Σ, *qui possède trois droites doubles concourantes et cinq plans tangents singuliers, est une surface* $S(u, v, w)$, *c'est-à-dire qu'elle peut être représentée paramétriquement par les équations* (1); *le pentaèdre des plans tangents singuliers et le trièdre des droites doubles forment nécessairement un groupe de huit plans de Lamé.*

La surface Σ admet la génération géométrique suivante : étant donnés un pentaèdre et un trièdre dont les huit plans forment un groupe de Lamé, il existe une famille simplement infinie de surfaces cubiques passant par les dix sommets du pentaèdre, par deux quelconques des arêtes du trièdre et admettant pour point double un point quelconque de la troisième arête ; les trois familles analogues enveloppent une même surface Σ du sixième ordre qui admet les faces du pentaèdre pour plans tangents singuliers et les arêtes du trièdre pour droites doubles.

Les surfaces du second degré adjointes à Σ sont les cônes du second ordre circonscrits au trièdre des droites doubles : parmi ces cônes adjoints, il en existe une infinité qui sont tangents à la surface, et, d'après une propriété générale des surfaces $S(u, v, w)$, ils découpent une famille de courbes du sixième ordre, *de genre trois et de mêmes modules.*

J'ai étudié les sections de la surface par ses adjointes d'ordre quelconque; par exemple : les courbes Γ_n, découpées par les surfaces d'ordre $2n$, sur lesquelles les trois droites doubles sont multiples d'ordre n, ont pour équation générale $\varphi_n(u, v, w) = 0$, φ_n désignant une fonction normale quelconque d'ordre n, de caractéristique nulle, de même parité que le nombre n; et réciproquement. Le genre de la courbe générale Γ_n est $\frac{3n(n+1)}{2} + 1$.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les hélices considérées comme génératrices d'une surface.* Note de M. G. BARRÉ.

Dans cette étude je me place à deux points de vue distincts : j'étudie d'abord les hélices placées sur une surface donnée, puis ensuite la surface

engendrée par une hélice mobile définie par rapport à un trièdre de référence mobile.

Les formules obtenues conduisent à la solution de divers problèmes sur la détermination des surfaces dont une famille d'hélices jouisse de propriétés données.

I. Des hélices tracées sur une surface donnée. — Dans tout ce qui suit, j'appelle *pas angulaire d'une hélice* (et je désigne par la lettre K) la tangente trigonométrique de l'angle de la tangente à la courbe avec le plan directeur de ses normales principales. La direction de ce plan sera dite la *direction du plan de base de l'hélice;* celle de sa perpendiculaire en sera la *direction d'axe.*

On obtient sans difficulté les équations différentielles, du premier ordre, des hélices de pas K ayant un plan de base donné et situées sur une surface donnée par son équation $z = f(x, y)$ en coordonnées cartésiennes rectangulaires. L'élimination de K par une différentiation donne l'équation différentielle générale (du deuxième ordre) de toutes les hélices ayant la direction d'axe donnée et tracées sur la surface. En désignant par p, q, r, s, t, conformément à l'usage, les dérivées partielles des deux premiers ordres de $f(x, y)$, on obtient l'équation aux dérivées partielles

$$p^2 r + 2pqs + q^2 t = 0$$

déterminant les surfaces dont une famille d'asymptotiques est formée par des hélices de même direction d'axe, choisie pour direction de l'axe Oz.

Des calculs analogues en coordonnées semi-polaires interviennent avantageusement dans certains cas, notamment dans les études suivantes sur les hélicoïdes ou les surfaces de révolution.

Des équations précédentes je tire le théorème suivant :

Théorème. — *La seule surface* minima *dont une famille d'asymptotiques soit composée d'hélices de même direction d'axe est l'hélicoïde gauche à plan directeur.*

Cette surface est aussi la seule surface réglée à plan directeur dont la deuxième famille d'asymptotiques soit constituée par une série d'hélices admettant la direction du plan directeur de la surface comme direction de plan de base.

Hélices sphériques. — J'en signalerai seulement la propriété suivante :

Théorème. — *La condition nécessaire et suffisante pour qu'une hélice sphérique soit algébrique est que la fraction* $\frac{K^2}{K^2+1}$ *soit un carré numérique parfait.*

Hélices tracées sur le paraboloïde de révolution et dont la direction d'axe est celle de l'axe de la surface. — Ces courbes jouissent d'une propriété intéressante : elles sont rectifiables. Si k est leur pas, l'expression de l'arc compris entre deux points est : $\sigma = \frac{(k^2+1)^{\frac{1}{2}}}{2k}\frac{\rho^2-\rho_0^2}{p_0}$, formule dans laquelle ρ et ρ_0 représentent les distances à l'axe de la surface des deux extrémités de l'arc considéré et p_0 le paramètre de la surface $\left(\text{dont l'équation canonique est } z = \frac{1}{2}\frac{x^2+y^2}{p_0}\right)$.

Hélices tracées sur l'hélicoïde général et dont la direction d'axe est celle de l'axe de la surface. — Soient : $x = \rho\cos\varphi$, $y = \rho\sin\varphi$, $z = f(\rho) + p\rho_0\varphi$ les équations de la surface dans lesquelles se trouvent mis en évidence le pas angulaire p et le rayon de base ρ_0 de l'hélice directrice. Je me bornerai à énoncer les deux propriétés suivantes :

THÉORÈME. — *L'hélicoïde général admet, comme seules lignes asymptotiques qui soient aussi des hélices de direction d'axe parallèle à l'axe de la surface, les hélices circulaires coaxiales de la directrice et dont le pas est donné par la relation :* $f'\left(\pm\frac{h\rho_0}{K}\right) = 0$.

Corollaire. — L'hélicoïde gauche à plan directeur est le seul hélicoïde dont une famille d'asymptotiques coïncide avec une famille d'hélices de la surface dont la direction d'axe soit celle de l'axe de la surface.

THÉORÈME. — *Les seules hélices tracées sur l'hélicoïde gauche à plan directeur et dont ce dernier définit la direction de plan de base sont des hélices circulaires (constituant les deux familles connues d'hélices circulaires de cette surface).*

II. SURFACE ENGENDRÉE PAR UNE HÉLICE MOBILE DONNÉE. — Les formules définissant le déplacement de la courbe conduisent par une méthode connue (voir DARBOUX, *Théorie des surfaces*, t. I) à l'expression des éléments géométriques de la surface en fonction des deux variables définissant à chaque instant la courbe et son mouvement.

C'est à ce procédé notamment que je m'adresse à peu près exclusivement dans l'étude spéciale des surfaces engendrées par une hélice circulaire. Je signalerai ici les résultats les plus intéressants de l'étude générale objet de cette Note.

THÉORÈME. — *L'hélicoïde gauche à plan directeur est la seule surface engendrée par une hélice dont l'expression de la courbure en fonction de l'arc*

reste la même à un facteur paramétrique près (¹), *qui conserve même direction d'axe et constitue une famille d'asymptotiques de la surface.*

Dans le cas où la génératrice est une hélice circulaire, on obtient un résultat que je me dispense d'énoncer et sur lequel on peut s'appuyer pour démontrer le théorème suivant :

THÉORÈME. — *La seule surface dont une famille d'asymptotiques soit constituée par des hélices circulaires est l'hélicoïde gauche à plan directeur.*

En appliquant les résultats généraux au cas des hélices circulaires, on obtient encore le théorème suivant :

THÉORÈME. — *Le cylindre de révolution est la seule surface engendrée par une hélice circulaire dont celle-ci soit constamment une géodésique.*

Je signale enfin le théorème suivant applicable à des hélices quelconques :

THÉORÈME. — *Si une famille d'hélices mobiles décrit une surface dont elle soit constamment une asymptotique ou une géodésique, ces hélices admettent une enveloppe.*

GÉOMÉTRIE. — *Sur la méthode des isopérimètres.* Note de M. G. **Hilleret**, présentée par M. E. Guyou.

Les calculs à effectuer pour obtenir la valeur de π avec une certaine précision, par les méthodes élémentaires des périmètres et des isopérimètres, sont, on le sait, des plus laborieux, à cause du peu de convergence des suites formées par les valeurs des rapports des apothèmes et des rayons aux demi-périmètres des polygones dont le nombre des côtés va en doublant.

Il n'est donc pas sans intérêt de signaler la possibilité de former des suites beaucoup plus convergentes en substituant des fonctions simples de ces rapports à leurs valeurs elles-mêmes. Il existe un grand nombre de ces fonctions, parmi lesquelles nous signalerons la suivante dans laquelle a et r représentent respectivement les rapports de l'apothème et du rayon au demi-périmètre régulier convexe de N côtés,

$$\psi = \frac{1}{15}\left(\frac{2}{r} + \frac{8}{a+r} + \frac{27}{a+2r}\right);$$

(¹) C'est-à-dire que le rayon de courbure de la génératrice a une expression de la forme $R = f(s)\varphi(t)$, s étant l'arc indéfini de la courbe, t la variable dont dépend son déplacement.

on démontre que, pour $N \geqq 6$, on a

$$\pi - \psi = \frac{0,59895}{N^6},$$

avec une erreur inférieure, en valeur absolue, à $\pm \frac{35}{10^5 N^6}$.

Par exemple, pour $N = 12$, on trouve

$$\psi = 3,1415.9245.19;$$

mais $\frac{0,59895}{12^6} = \frac{2006}{10^{10}}$ et $\pm \frac{35}{10^5 . 12^6} = \pm \frac{1,2}{10^{10}}$; on a donc, pour valeur approchée de π, le nombre 3,1415.9265.35 avec une erreur inférieure à $\pm \frac{1,2}{10^{10}}$.

Dans le cas très simple où $N = 6$, le calcul de ψ se réduit à $\psi = \frac{658 - 262\sqrt{3}}{65}$ et l'on a finalement, pour valeur approchée de π, le nombre

$$\psi + \frac{0,59895}{6^6} = 3,1415.9266,$$

avec une erreur théorique inférieure en valeur absolue à

$$\pm \frac{35}{10^5 . 6^6} = \pm \frac{8}{10^9}.$$

On remarquera que les calculs, pour obtenir ψ *rectifié* sont, dans le cas général, à peu près identiques, comme longueur et difficulté, à ceux qu'il faudrait effectuer pour obtenir une valeur approchée de π, par la méthode des isopérimètres, en s'arrêtant aux polygones de $2N$ côtés; mais, par cette dernière méthode, la valeur trouvée pour π serait notablement plus erronée que celle fournie par le calcul de ψ.

Il suffit pour s'en convaincre de savoir qu'en désignant par a_1, r_1 les rapports respectifs de l'apothème et du rayon d'un polygone régulier convexe de $2N$ côtés, à son demi-périmètre correspondant, on a

$$\pi = \frac{1}{a_1} - \frac{2,74}{N^2} \pm \frac{0,16}{N^2},$$

$$\pi = \frac{1}{r_1} + \frac{1.28}{N^2} \pm \frac{0,01}{N^2}.$$

Ce que nous venons de dire du calcul de π s'applique, sans restriction, au calcul de $\frac{1}{\pi}$, dont on peut obtenir des valeurs très approchées, par des fonctions analogues à celles trouvées pour π.

Il va sans dire que toutes les fonctions, dont cette Note a pour but de signaler l'existence, ne sont intéressantes qu'à un point de vue purement théorique, car elles ne sauraient, pour le calcul effectif de π ou de $\frac{1}{\pi}$ avec un grand nombre de décimales, remplacer les séries très convergentes que l'analyse mathématique fait connaître.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur les aéroplanes*. Note [1] de M. **A. Étévé**, présentée par M. G. Humbert.

Considérons un aéroplane stable sans moteur parcourant une trajectoire rectiligne en air calme. Soient P le poids de l'appareil et α l'angle d'attaque. La surface sustentatrice S supporte une pression N définie par ses deux composantes (Lilienthal)

$$N_y = K_1 S v^2 \eta(\alpha),$$
$$N_x = K_1 S v^2 \theta(\alpha).$$

Soient i l'angle que fait la verticale avec la surface, s la surface nuisible supposée constante pour toutes les valeurs de i; connaissant P, S, s, i, nous pouvons calculer :

1° L'angle d'attaque α par

$$F(\alpha) + K \sin\alpha = K \cos\alpha \operatorname{tang} i;$$

2° L'inclinaison j de la trajectoire par

$$\operatorname{tang} j = \frac{1}{\operatorname{tang}\alpha + \dfrac{K}{F(\alpha)\cos\alpha}};$$

3° La pression N supportée par la surface par

$$N = \frac{P\,F(\alpha)}{\sqrt{F^2(\alpha) + 2K\,F(\alpha)\sin\alpha + K^2}};$$

4° La vitesse v de planement par

$$v = \sqrt{\frac{N}{K_1 S[\eta(\alpha) + \theta(\alpha)\operatorname{tang}\alpha]}};$$

---

(1) Présentée dans la séance du 18 février 1907.

en posant

$$K = \frac{K_2 s}{K_1 S}, \qquad F(\alpha) = \frac{\eta(\alpha) + \theta(\alpha)\tang\alpha}{1 - \frac{\theta(\alpha)}{K\cos\alpha}}.$$

Lorsque la surface est plane, la fonction $F(\alpha)$ se réduit à $\eta(\alpha) = f(\alpha)$.

Stabilité longitudinale en air calme. — La nacelle étant suspendue en un point O du plan de symétrie de l'aéroplane, la résultante U' des forces agissant sur la surface sustentatrice passe par le point O quand l'appareil est en équilibre stable; le lieu du point O est la droite U', dite *droite de stabilité*.

En prenant comme origine le centre de gravité de la surface et deux axes de coordonnées rectangulaires situés dans le plan de symétrie de l'appareil, nous pouvons définir la droite U' par son coefficient angulaire m et l'abscisse e du point de rencontre avec l'axe des x :

$$m = \frac{F(\alpha)(\sin\beta - p) + K\sin\alpha(h-p)}{F(\alpha)\cos\beta - K\cos\alpha(h-p)},$$

$$e = d\frac{1}{\sin\beta - p + K(h-p)\frac{\sin\alpha}{F(\alpha)}},$$

en posant

$$\tang\beta = \frac{\eta(\alpha)}{\theta(\alpha)},$$

$p = \frac{P'}{P}$, P' étant le poids de la surface sustentatrice;

$h = \frac{R'}{R}$, R' étant la résistance de la surface sustentatrice et R la résistance totale;

d est l'abscisse du centre de poussée.

L'étude des déplacements de la droite U' permet de diviser les surfaces sustentatrices en quatre classes. L'angle α croissant :

1° m décroît, e décroît : la stabilité augmente en éloignant le point O de la surface;

2° m croît, e croît : l'instabilité diminue en rapprochant le point O de la surface;

3° m croît, e décroît : la stabilité augmente en rapprochant le point O de la surface;

4° m décroît, e croît : la stabilité augmente en éloignant le point O de la surface.

Applications: 1° *Surfaces planes.* — Première classe quand $h-p$ est positif. La stabilité est maximum lorsque $h = p$.

2° *Surfaces planes doubles.* — Les deux surfaces planes S_1 et S_2 sont frappées sous les angles $\alpha + \delta$ et α, la fonction $F(\alpha)$ est égale à

$$F(\alpha) = \frac{f(\alpha)\cos\alpha + H f(\alpha+\delta)\cos(\alpha+\delta)}{\cos\alpha + \frac{H}{K} f(\alpha+\delta)\sin\delta},$$

dans laquelle $H = \frac{K_1 S_1}{K_2 S_2}$; l'étude de m et de e montre que :

a. L'angle d'attaque étant petit, la stabilité d'une surface plane étroite augmente quand on place en avant d'elle une surface plus petite et plus large dont l'angle d'attaque est plus grand que celui de la surface principale.

b. Une longue queue frappée sous un angle plus petit joue le même rôle lorsque l'angle d'attaque est grand.

3° *Surfaces concaves.* — Deuxième classe lorsque α est petit. Il est possible de ramener ces surfaces à la première classe en les combinant avec des surfaces antérieures planes ou convexes (rôle du bord antérieur).

Pour assurer la *stabilité longitudinale automatique en air agité* nous proposons d'employer, outre la bride élastique déjà connue :

1° La *bride automatique :* lorsque la vitesse du vent augmente, nacelle et surface tournent en sens contraires, la bride automatique utilise cette propriété pour amener le point O en avant;

2° Le *gouvernail double équilibré :* il est composé d'un gouvernail horizontal placé à l'avant, équilibré sur un gouvernail horizontal placé à l'arrière et tournant en sens contraire du premier; la droite de stabilité est rejetée vers l'arrière quand la vitesse du vent croît.

Des dispositifs analogues assurent automatiquement la *stabilité transversale* dans le cas de vents obliques.

MÉCANIQUE. — *Sur les ondes de choc et de combustion sphériques.* Note de M. **Jouguet**, présentée par M. Jordan.

Les ondes de choc et de combustion sphériques se propageant dans un état d'équilibre homogène donnent lieu à des formules analogues à celles que nous avons indiquées pour les ondes planes, M. Crussard et moi, dans une Note récente (1). Conservons ici les notations de cette Note, qui sont

(1) *Comptes rendus,* 11 mars 1907.

celles d'un travail antérieur sur les ondes sphériques de choc sans combustion [1], et continuons à supposer que la combustion, incomplète dans l'onde de choc, s'achève ensuite adiabatiquement suivant la loi de la dissociation. La loi d'Hugoniot s'écrit toujours

$$(1) \qquad (p_2+p_1)(\sigma_2-\sigma_1)+2(\eta_2-\varepsilon_1)=0,$$

et les modifications du front de l'onde ainsi que de sa vitesse sont données par

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} &\frac{du_2}{dt}=L\frac{dp_2}{dt}, \qquad \frac{d\sigma_2}{dt}=-M\frac{dp_2}{dt}, \qquad \varepsilon\frac{dD}{dt}=N(E_2^2-D^2)\frac{dp_2}{dt}, \\ &P\frac{dp_2}{dt}=2r^2\frac{d\sigma_2}{dt}\left[D^2\left(1-\frac{2\sigma_2 u_2}{x_2}\frac{1}{\frac{d\sigma_2}{dt}}\right)-E_2^2\right]; \end{aligned} \right.$$

L, M, N, P étant généralement positifs.

Ces formules permettent de discuter, au moins dans certains cas, l'accélération et l'altération spontanée des ondes. On en tire facilement, par exemple, le résultat que nous avons déjà signalé sur l'impossibilité probable d'une propagation à vitesse à la fois uniforme et indépendante des conditions aux limites en arrière.

En effet, pour que l'accélération soit constamment nulle, il faut que $\frac{dp_2}{dt}=\frac{d\sigma_2}{dt}=\frac{du_2}{dt}=0$. Cela est vrai même si $E_2=D$, car cette relation, jointe à la formule (1), détermine entièrement l'état du fluide immédiatement en arrière de l'onde. Il faut donc que

$$(3) \qquad D^2\left(1-\frac{2\sigma_2 u_2}{x_2}\frac{1}{\frac{d\sigma_2}{dt}}\right)-E_2^2=0.$$

L'équation (3) n'est pas compatible avec la condition $E_2=D$. L'indépendance vis-à-vis des conditions aux limites ne pourrait donc être obtenue que si $E_2<D$. Or il est probable que cette condition est impossible, du moins si l'on admet le postulat que nous avons énoncé récemment [2].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1024.
[2] *Comptes rendus*, 25 février 1907.

SPECTROSCOPIE. — *Sur l'origine des spectres en séries.* Note [1] de M. W. RITZ, présentée par M. Deslandres.

On sait que les fréquences ν du spectre ordinaire de l'hydrogène et du spectre nouveau découvert par Pickering dans certaines étoiles sont données très exactement par les formules

$$(1)\qquad \nu = N\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2}\right), \qquad \nu = N\left[\frac{1}{4} - \frac{1}{\left(m - \frac{1}{2}\right)^2}\right], \qquad (m = 3, 4, 5, \ldots);$$

où N est une constante. De tels systèmes de vibrations diffèrent essentiellement de tous ceux que nous connaissons par l'existence d'une limite des fréquences pour $m = \infty$, et par l'absence du terme en ν^2 provenant de l'accélération. Les mêmes anomalies se retrouvent dans les autres spectres étudiés par Rydberg, Kayser et Runge.

Voici comment on peut concevoir physiquement un système donnant un tel ensemble de vibrations.

Soient A, B deux points fixes reliés par des fils inextensibles AC, BC au point C, milieu de la droite AB. Imprimons à ces fils un mouvement de rotation uniforme de vitesse angulaire ω autour de l'axe AB, la rotation du fil AC pouvant d'ailleurs être de même sens que celle du fil BC, ou de sens contraire. On suppose la longueur des fils très peu différente de $AC = BC = l$. L'axe des x coïncidant avec AB, considérons le fil AC, et soit μ sa masse par unité de longueur, T_A sa tension, φ la distance nécessairement petite d'un élément du fil à l'axe; la force centrifuge de cet élément sera $\omega^2\mu\varphi\,dx$, et le fil aura la forme d'une sinusoïde plane donnée par l'équation

$$T_A\frac{d^2\varphi}{dx^2} + \omega^2\mu\varphi = 0,$$

$$T_A = \frac{\omega^2\mu}{e^2\pi^2}\,\frac{1}{m^2} \qquad \text{ou} \qquad T_A = \frac{\omega^2\mu}{e^2\pi^2}\,\frac{1}{(m-\frac{1}{2})^2}, \qquad T_B = \frac{\omega^2\mu}{e^2\pi^2}\,\frac{1}{n^2}, \qquad \ldots$$

$$(m, n = 1, 2, 3\ldots).$$

Par conséquent, le point C sera soumis à une force parallèle à l'axe et

[1] Présentée dans la séance du 11 mars 1907.

égale au signe près à $T_A - T_B$, c'est-à-dire à

$$\frac{\omega^2\mu}{e^2\pi^2}\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{m^2}\right) \quad \text{ou} \quad \frac{\omega^2\mu}{e^2\pi^2}\left(\frac{1}{n^2}-\frac{1}{(m-\frac{1}{2})^2}\right) \quad (n, m = 1, 2, 3\ldots)$$

qui tendra à l'éloigner de sa position.

D'autre part, considérons un corpuscule mobile de masse M et de charge e dans un champ magnétique H parallèle à l'axe des x, et soient u, v, w les composantes de son déplacement supposé très petit. La résultante X des autres forces sera supposée nulle ou parallèle à H. On aura alors

$$M\frac{d^2u}{dt^2} = X; \qquad M\frac{d^2v}{dt^2} = \frac{eH}{c}\frac{dw}{dt}; \qquad M\frac{d^2w}{dt^2} = -\frac{eH}{c}\frac{dv}{dt}$$

(c = vitesse de la lumière).

La projection du mouvement sur un plan perpendiculaire à l'axe est donc un cercle, et le temps de révolution T, ou plutôt la fréquence $v = \frac{2\pi}{T}$, sera donnée par

$$\pm v = \frac{eH}{Mc}.$$

On se trouve donc ici dans le cas très exceptionnel, comme l'a remarqué Lord Rayleigh (¹), où ce n'est pas le carré de v, mais cette quantité elle-même qui s'exprime le plus simplement.

Supposons maintenant que les fils AC, AB fassent partie d'un système électrique animé du même mouvement de rotation, les points A, B étant fixes. Sous l'influence de la force $T_A - T_B$, le point C tendra à se déplacer suivant AB, et l'on peut admettre qu'il en résulte un changement dans la distribution des charges électriques, une sorte de polarisation proportionnelle à ce déplacement et qui s'y oppose; le déplacement restera très petit et la polarisation sera proportionnelle à $T_A - T_B$. La rotation du système produira d'ailleurs un champ magnétique qui sera également parallèle à AB et proportionnel à $T_A - T_B$.

D'après ce qui vient d'être dit, un corpuscule placé dans ce champ émettra une vibration circulaire dont la fréquence sera proportionnelle

(¹) *Phil. Mag.*, 5e série, t. XLIV, 1897, p. 356.

à $T_A - T_B$, et l'on aura

$$(2) \qquad \pm\nu = N\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right), \qquad \text{ou} \qquad \pm\nu = N\left[\frac{1}{n^2} - \frac{1}{\left(m-\frac{1}{2}\right)^2}\right]$$

$$(n, m = 1, 2, 3, \ldots),$$

N étant une constante. Pour $n = 2$, $m = 2, 3, 4$ ou $m = 2$, $n = 2, 3, 4$, on obtient les formules (1); à $m = 1$ et aux autres valeurs de n correspondent des lignes situées en dehors de la partie connue du spectre, mais dont l'existence est rendue probable par l'analogie des autres spectres (¹).

A chacun des états d'équilibre dynamique, en nombre infini, de ce système tourbillonnant correspond une vibration émise par le corpuscule et l'ensemble de ces vibrations reproduit exactement le spectre de l'hydrogène.

Il est d'ailleurs évident qu'on peut établir de beaucoup de manières la proportionnalité entre la force $T_A - T_B$ et la force magnétique parallèle H.

En particulier, remplaçons C par une sphère chargée, de petites dimensions, et supposons qu'en A et B les fils s'attachent à deux sphères d'un rayon comparable à l, d'ailleurs identiques, et portant des charges de même signe que C; enfin la rotation de la sphère A et du fil AC sera de signe opposé à celle de B et BC. Si, au contact du fil et de la sphère, il n'existe pas de forces tangentes à la surface de cette dernière (comme c'est le cas pour les fluides), on aura pour le fil la condition $\frac{d\varphi}{dx} = 0$; si, au contraire, le fil est fixé, on a $\varphi = 0$. Il existera dès lors en tout point de AB une force électrique et une force magnétique parallèles à cette droite, et nulles en son milieu; dans le voisinage de ce point, elles seront proportionnelles l'une à l'autre, ainsi qu'à la distance à ce point. En écrivant l'équation d'équilibre, on voit que C sera amené dans un champ magnétique proportionnel à $T_A - T_B$; si enfin $\frac{d\varphi}{dx} = 0$ en C, cette sphère ne sera soumise perpendiculairement à l'axe AB qu'à l'action de la force magnétique et exécutera l'ensemble des vibrations de l'hydrogène, les constantes étant convenablement choisies.

En admettant que ce *même système* fasse partie d'un ensemble de structure plus complexe qui exerce des forces sur lui, on obtient d'autres spectres en séries; en particulier, on est conduit aux formules que j'avais obtenues (²) par une voie différente et qui représentent avec une grande exactitude les données de l'expérience et l'ensemble des lois de Rydberg.

(¹) RYDBERG, *Rapports présentés au Congrès de Physique*, t. II, Paris 1900, p. 312; W. RITZ, *Annalen der Physik*, t. XII, 1903, p. 263.

(²) W. RITZ, *loc. cit.*

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur l'ionisation des sulfates chromiques.* Note de M. **Albert Colson.**

J'ai étendu à d'autres isomères chromiques les recherches de M. Recoura afin d'obtenir des données suffisantes pour discuter utilement certains points de physicochimie qui comportent des réserves souvent mentionnées par M. Berthelot. Je vais en particulier montrer que, dans le cas des sulfates chromiques, l'ionisation est sans effet sensible sur l'abaissement cryoscopique.

Les dissolutions aqueuses qui renferment la molécule $Cr^2(SO^4)^3$ sous les différents états que j'ai caractérisés ont toutes le même abaissement cryoscopique moléculaire $A = 4°,2$. Si parfois, à la suite d'une saturation trop rapide de CrO^3 par SO^2, la valeur de A dépasse momentanément 4°,2, la thermochimie montre alors que la liqueur contient une quantité correspondante d'acide sulfurique libre provenant de l'hydrolyse du sulfate.

Cette constance de A est surprenante; car, dans les idées actuelles, l'abaissement cryoscopique dépend de la somme des ions et des molécules $Cr^2(SO^4)^3$ qui se trouvent au sein de l'eau. Or nos divers sulfates sont très diversement ionisés : on vient de voir que certains d'entre eux présentent même des traces d'hydrolyse, d'autres au contraire sont assimilables à des éthers organiques, comme M. Wyrouboff l'a justement remarqué [1] ; c'est-à-dire qu'ils ne sont pas ionisés. Parmi ces derniers se place en première ligne le sulfate vert obtenu par l'action d'une température de 90° sur le sulfate violet en poudre. La conductivité de ce sel devrait être alors notablement inférieure à la conductivité de ses isomères. Ce sont au contraire ses dissolutions qui conduisent le mieux l'électricité, toutes choses égales. Voici les nombres ; ils sont tirés d'une étude inédite et plus étendue où les résistivités ont varié dans le rapport de 1 à 1000. Pour mesurer ces quantités parfois très faibles l'emploi du courant alternatif nécessite le remplacement du dispositif de Kohlrausch par celui de MM. Dongier et Lesage (*Bulletin de la Société philomathique*, 1895) qui met à l'abri des effets

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXVII, 1902, p. 673. Ce rapprochement est aujourd'hui admis en Chimie ; mais je fais mes réserves au sujet de la notation que M. Wyrouboff a imaginée à ce sujet.

d'induction et donne des extinctions parfaites avec le monotéléphone Mercadier.

Conductivités à 0° des solutions chromiques.

	Concentrations :	
	$\frac{1}{10}$ de mol. par litre	$\frac{2}{10}$ de mol. par litre.
Sulfate préparé à 90°	0,0113	0,0198
Sulfate bi-dissimulé	0,0081	0,0133
Sulfate bi-dissimulé (ancien)....	0,0088	0,0142
Sulfate violet	0,0078	

Tous ces nombres sont en relation avec le degré d'ionisation des dissolutions; ils sont fort dissemblables, quoique la constante cryoscopique moléculaire ne varie pas quand la dilution double, l'abaissement direct étant 0,42 pour les solutions à $\frac{1}{10}$ et 0,84 pour les solutions à $\frac{2}{10}$. Enfin, comme nous l'avons dit, le corps préparé à 90°, qui chimiquement est le moins ionisé, est celui qui conduit le mieux le courant, à l'encontre des idées admises. En somme :

Dans nos dissolutions, l'abaissement cryoscopique reste constant quand le taux du sulfate chromique reste lui-même fixe, tandis que le degré d'ionisation n'a pas d'effet sensible sur l'abaissement.

Il y a plus, j'ai observé (*Comptes rendus*, 1907, p. 325) que les sulfates verts solides, sitôt dissous dans l'eau glacée, ont un abaissement cryoscopique environ deux fois plus petit que celui qui caractérise la dissolution vieillie. Il m'a paru intéressant d'étudier les variations corrélatives des conductivités dans de telles dissolutions. L'expérience montre qu'elles augmentent à mesure que, sous l'influence du temps, les solutions prennent l'état normal, c'est-à-dire la forme $Cr^2(SO^4)^3$. Voici les nombres que j'ai trouvés sur un sulfate obtenu à la température de 90° et sur un sulfate obtenu à froid par évaporation dans le vide d'un sel bi-dissimulé, dissous dans l'eau glacée :

Conductivité.

	Solution immédiate.	Solution vieille.
Sulfate à 90°	0,0100	0,0113
Sulfate de concentration	0,00708	0,0080

Les écarts étant plus faibles que les précédents, l'on peut admettre qu'ici encore, l'ionisation est sans influence sur l'abaissement cryoscopique.

En conséquence, si dans une dissolution l'abaissement cryoscopique passe de $\frac{A}{2}$ à A, le nombre des molécules double.

C'est la conclusion que j'avais tirée antérieurement en considérant d'une part la valeur cryoscopique des dissolutions et d'autre part la constitution attribuée au sel vert par M. Wyrouboff (*Comptes rendus*, 1907, p. 325).

En remontant au dernier Tableau, on voit encore que la dépolymérisation agit sur la conductivité de la même façon que la dilution : une corrélation entre les deux phénomènes n'est donc pas impossible.

En résumé, dans nos expériences les variations cryoscopiques correspondent toujours à une hydrolyse ou à une concentration, c'est-à-dire qu'elles sont en rapport avec le nombre des molécules chimiques et non pas avec la conductivité des liqueurs. Il me reste à examiner ces dissolutions au polarimètre.

J'adresse tous mes remercîments à M. Bouty qui a mis si gracieusement à ma disposition les appareils de son laboratoire.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages de nickel et d'étain.* Note de M. **Em. Vigouroux.**

Nous présentons les premiers résultats de nos recherches sur un genre de *bronzes purs* dans lesquels le *cuivre rouge* a été remplacé par le *cuivre blanc* ou nickel. Nous n'exposerons que ce qui a trait à des alliages renfermant plus de 66,74 pour 100 d'étain, corps obtenus avec des métaux préparés par nous dans le plus grand état de pureté.

Essai I. — Un premier alliage est formé en prenant un poids d'étain de beaucoup supérieur à celui du nickel. Dans une petite nacelle en magnésie est étalée de la poudre de nickel et au-dessus un petit lingot d'étain est posé. Le récipient, ainsi chargé, est introduit à l'intérieur d'un tube en porcelaine que l'on fait parcourir par un courant lent d'hydrogène pur et sec et le tout est chauffé dans un petit four susceptible de ramollir la porcelaine. Après la chauffe, qui n'a pas dépassé 45 minutes, l'ensemble de l'appareil est abandonné à un refroidissement très lent.

Le produit, résultant de cette première expérience, se présente sous la forme d'un culot fondu, homogène à l'œil nu, ayant pour composition :

Nickel	26,22 pour 100
Étain	73,64 »
	99,86 »

C'est un lingot de nuance gris de fer, à texture cristalline, dur (difficilement rayé par une pointe d'acier), cassant (il suffit de le laisser tomber sur la pierre pour qu'il se brise). Enfin, il est sonore et sans action sur l'aiguille aimantée.

L'acide chlorhydrique le détruit d'une façon complète et le tout entre en dissolution; il en est de même de l'acide sulfurique. L'acide azotique en désagrège les fragments peu à peu et complètement, mais il n'y a pas dissolution; il apparaît une poudre blanche d'acide métastannique, en même temps que du bloc se détachent de petits fragments métalliques, brillants et d'apparence cristalline.

Essai II. — La proportion d'étain est augmentée; ce dernier, toujours sous forme de lingot, est encore posé sur la poudre de nickel et l'opération est conduite comme dans le premier essai.

Le culot, complètement fondu et d'apparence homogène en la plupart de ses points, renferme :

Nickel	16,37	pour 100
Étain	83,65	»
	100,02	»

Ce lingot est dur, cassant, à section grisâtre tirant sur le bleu; il présente à la surface un certain nombre de soufflures dont les cavités sont emplies d'un feutrage de petits cristaux parfaitement discernables à l'œil nu. Il ne manifeste pas la sonorité du précédent et n'agit nullement sur le barreau aimanté.

Les acides chlorhydrique et sulfurique le dissolvent à la façon du premier alliage; quant à l'acide azotique, il l'attaque avec dégagement de vapeurs nitreuses, apparition d'acide métastannique et d'un résidu métallique, cristallin, sans qu'il y ait dissolution de nickel.

Essai III. — La proportion d'étain à incorporer est portée à un taux encore plus élevé que dans les deux autres cas. Après chauffe et refroidissement, dans les mêmes conditions antérieures, on trouve un culot homogène titrant :

Nickel	6,93	pour 100
Étain	92,71	»
	99,64	»

L'alliage, d'aspect blanc bleuâtre, ressemble suffisamment à de l'étain; il se laisse couper et aplatir aisément et n'est ni sonore ni magnétique; toutefois il manifeste une dureté un peu plus grande que ce dernier métal et présente une surface sillonnée de stries.

L'acide chlorhydrique l'attaque encore et le dissout complètement; de même l'acide sulfurique. L'acide azotique, à une teneur ne dépassant pas 50 pour 100, le ronge peu à peu en formant encore de l'acide métastannique et en isolant de nombreux petits grains métalliques. On ne trouve que de faibles quantités de nickel dans la liqueur nitrique.

L'analyse de ces alliages est effectuée en opérant une attaque à l'eau régale très peu chargée d'acide azotique, qui les dissout rapidement et complètement. Après évaporation au bain-marie jusqu'à siccité, de façon à chasser l'excès d'acide azotique, le

résidu est repris par l'acide chlorhydrique étendu. Dans cette nouvelle solution, l'étain est précipité à chaud par l'hydrogène sulfuré et, de la liqueur filtrée, le nickel est généralement éliminé au moyen de la potasse. Quelquefois il est transformé en sulfate double ammoniacal et dosé par électrolyse.

Conclusions. — 1° Par action directe du nickel et de l'étain purs, nous formons des alliages dont les teneurs respectives en étain sont : 73,64 pour 100, 83,65 pour 100 et 92,71 pour 100, le reste étant uniquement constitué par du nickel.

2° Le premier possède la particularité d'être sonore, comme certains bronzes ordinaires; ils présentent tous les trois le caractère commun d'être *non magnétiques* (ce qui porte à admettre que le nickel ne s'y trouve pas à l'état libre) et d'abandonner, sous l'action de l'acide azotique, un résidu métallique, d'apparence plus ou moins cristalline.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les arsénites et arséniates de rubidium.* Note de M. A. **Bouchonnet**, présentée par M. A. Haller.

Les arsénites alcalins, ceux de potassium en particulier, sont souvent mal définis; il n'en est pas de même pour les arséniates, que l'on obtient généralement bien cristallisés.

Aucune recherche n'ayant été faite pour les composés oxygénés de l'arsenic avec le rubidium et le cæsium, nous avons préparé le métaarsénite de rubidium; les orthoarséniates, mono-, bi- et trimétalliques, le pyroarséniate et le métaarséniate.

Métaarsénite : AsO^2Rb. — Nous l'avons obtenu en dissolvant dans l'eau des poids moléculaires égaux d'anhydride arsénieux vitreux pulvérisé et de carbonate de rubidium. On chauffe pendant 1 heure au bain-marie et l'on évapore dans le vide en présence de potasse caustique. Réaction :

$$As^2O^3 + CO^3Rb^2 = 2AsO^2Rb + CO^2 + H^2O.$$

Au bout de quelques jours, il reste une masse sirupeuse, qu'on parvient à déshydrater en la plaçant sur une plaque poreuse, toujours dans le vide.

On a ainsi une poudre blanche, amorphe, anhydre, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool. En solution aqueuse et sous l'action de la chaleur, le produit se transforme en arséniate que l'on reconnaît au précipité rouge brique qu'il donne avec l'azotate d'argent. Sa réaction est nettement alcaline avec le tournesol, le méthylorange et la phtaléine du phénol. Il possède les caractères généraux des arsénites : il réduit le permanganate de potassium et l'acide chromique.

ARSÉNIATE MONOBASIQUE : AsO^4RbH^2. — *Préparation.* — 1° On fond parties égales d'anhydride arsénieux et d'azotate de rubidium, on reprend par l'eau, on filtre et l'on fait évaporer dans le vide.

2° On neutralise une solution aqueuse de carbonate de rubidium par l'acide arsénique, en prenant le méthylorange comme indicateur, puis on fait cristalliser comme ci-dessus.

Dans le premier cas, on obtient des cristaux tabulaires; dans le second cas, on a des aiguilles présentant un aspect soyeux et se groupant en étoiles. Quel que soit le mode de préparation, le produit obtenu cristallise anhydre. Il est très soluble dans l'eau, mais n'est pas hygrométrique comme les arséniates bi- et trirubidiques. Sa solution aqueuse est acide au tournesol, neutre à l'hélianthine et à la phtaléine du phénol.

Si on le chauffe, l'arséniate monobasique fond au rouge sombre en perdant son eau de constitution et se transforme en *métaarséniate* AsO^3Rb, masse cristalline d'un blanc laiteux, moins soluble dans l'eau que le produit qui l'a engendrée; au rouge vif, ce produit se décompose, il y a formation d'anhydride arsénieux qui se volatilise.

ARSÉNIATE BIBASIQUE : AsO^4Rb^2H. — Pour le préparer nous avons pesé, à l'abri de l'air, 5g d'hydrate de rubidium pur, puis 11g d'arséniate monobasique, quantités calculées d'après la formule

$$AsO^4RbH^2 + RbOH = AsO^4Rb^2H + H^2O,$$

et nous avons mélangé les solutions aqueuses de ces deux composés.

Après évaporation dans le vide, en présence de potasse caustique d'abord, puis d'anhydride phosphorique, on obtient un produit très hygrométrique; qui cristallise avec 1mol d'eau; il présente donc la même constitution que l'arséniate dipotassique.

Les cristaux sont constitués par des lamelles blanches; sous l'action de la chaleur, ils perdent d'abord leur eau de cristallisation, et, au-dessus de 150°, le produit se transforme en *pyroarséniate,* $As^2O^7Rb^4$.

Chauffé au rouge sombre, jusqu'à fusion tranquille, ce dernier se décompose avec formation de métaarséniate AsO^3Rb.

L'arséniate dirubidique est très soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool; il absorbe lentement l'anhydride carbonique de l'air; plus rapidement, lorsqu'il est en dissolution. Sa solution aqueuse est neutre vis-à-vis du tournesol, du diméthylorange et alcaline avec la phtaléine du phénol.

ARSÉNIATE TRIBASIQUE : AsO^4Rb^3. — Nous l'avons obtenu en neutralisant une solution aqueuse d'hydrate de rubidium par l'acide arsénique, en prenant le bleu C. L. B. comme indicateur coloré.

L'arséniate trirubidique cristallise difficilement; on évapore d'abord en présence de potasse caustique; puis on place les cristaux encore humides sur une plaque poreuse et on les laisse pendant plusieurs jours en présence d'anhydride phosphorique; on obtient finalement des lamelles blanches très hygrométriques.

L'arséniate tribasique contient deux molécules d'eau qu'il perd lorsqu'on le chauffe au-dessus de 100°. Il absorbe à la longue, comme le précédent, l'anhydride carbonique de l'air. Il est alcalin au tournesol, au méthylorange et à la phtaléine du phénol.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du p-p-tétraméthyldiaminobenzhydrol sur quelques dérivés méthyléniques.* Note de M. **R. Fosse**, présentée par M. A. Haller.

Le *p-p*-tétraméthyldiaminobenzhydrol agit sur les éthers β-cétoniques, les β-dicétones, le malonate d'éthyle en produisant 1^{mol} d'eau et une nouvelle série de corps, dont la constitution peut être représentée d'assez nombreuses manières : 1° si l'oxhydryle de l'hydrol s'empare de 1^{at} d'hydrogène du groupement CH^2 du composé méthylénique en donnant 1^{mol} d'eau, les deux restes de molécule se soudent carbone à carbone :

$$\left[(CH^3)^2N-C^6H^4\right]^2 CH-\boxed{OH+H-}CH\begin{matrix}CO^2.C^2H^5\\ |\\ \\ |\\ CO^2.C^2H^5\end{matrix}$$

$$= H^2O + \left[(CH^3)^2N-C^6H^4\right]^2 CH-CH\begin{matrix}CO^2.C^2H^5\\ |\\ \\ |\\ CO^2.C^2H^5\end{matrix} \;;$$

2° si les éthers β-cétoniques et les β-dicétones réagissent œnoliquement, le radical de la base s'unit au radical électronégatif par l'intermédiaire de 1^{at} d'oxygène; 3° il en résulte encore de nouvelles constitutions si l'on admet pour l'hydrol lui-même la possibilité de formes tautomères.

Nous n'emploierons provisoirement que des formules brutes.

p-p-tétraméthyldiaminobenzhydryl-acétylacétate d'éthyle $C^{23}H^{30}O^3N^2$. Fusion 128° à 129° n. c. La solution acétique préparée à froid est incolore; elle acquiert, sous l'influence de la chaleur, une belle coloration bleue, qui persiste après refroidissement. *Diiodométhylate* $C^{25}H^{36}O^3N^2I^2$, petits cristaux, jaune grisâtre, verdissant en tube étroit vers 175° et fondant aux environs de 180°-181°. Solution acétique incolore à froid et à l'ébullition. *Dichlorhydrate* $C^{23}H^{30}O^3N^2, 2HCl$. *Chloroplatinate* $PtCl^6H^2, C^{23}H^{30}O^3N^2$.

p-p-tétraméthyldiaminobenzhydryl-benzoylacétate d'éthyle $C^{28}H^{32}O^3N^2$. Fusion, tube étroit, 181°-182° n. c. La solution acétique préparée à froid, incolore, devient bleue par la chaleur. *Chloroplatinate* $PtCl^6H^2 + C^{28}H^{32}O^3N^2$.

p-p-tétraméthyldiaminobenzhydryl-acétylacétone $C^{22}H^{28}O^2N^2$. Fusion 148°-149° n. c. La chaleur colore en bleu la solution acétique incolore, obtenue à froid.

p-p-tétraméthyldiaminobenzhydryl-benzoylacétone $C^{27}H^{30}O^2N^2$. Fusion 160° n. c. Se comporte, en solution acétique, comme les bases précédentes.

p-p-tétraméthyldiaminobenzhydryl-malonate d'éthyle $C^{24}H^{32}O^4N^2$. Longues aiguilles soyeuses blanches. Fusion 128°-130° n. c. *Chloroplatinate* $PtCl^6H^2, C^{24}H^{32}O^4N^2$.

Acide p-p-tétraméthyldiaminobenzhydryl-malonique $C^{18}H^{22}N^2\langle{}^{CO^2H}_{CO^2H}$. — Il se précipite à l'état cristallisé, par neutralisation sulfurique de ses sels de potassium et de sodium, obtenus eux-mêmes par l'action des alcalis sur l'éther diéthylique. Il est insoluble ou très peu soluble dans l'eau, le benzène, le pétrole, un peu soluble dans l'alcool bouillant, soluble dans les acides et les alcalis. L'acide et ses sels alcalins se dissolvent dans l'acide acétique froid sans coloration; à chaud, la solution devient bleue. A la température ordinaire et en tube scellé, la solution acétique incolore, préparée à froid, du sel de potassium pur, se colore progressivement en bleu, avec le temps, à la lumière ou à l'obscurité. L'acide sulfurique étendu à 30 pour 100, à l'ébullition, le transforme, par perte de CO^2, en *acide p-p-tétraméthyldiaminodiphényl-ββ propionique* fondant de 225° à 230°.

$$C^{18}H^{22}N^2\left\langle{}^{CO^2H}_{CO^2H}\right. = CO^2 + {}^{CH^3}_{CH^3}\rangle N - \langle\,\rangle - \underset{\underset{CO^2H}{|}}{\underset{CH^2}{\underset{|}{CH}}} - \langle\,\rangle - N\langle{}^{CH^3}_{CH^3}.$$

Cet acide est identique à celui du même nom, précédemment obtenu par nous dans l'action de l'acide malonique sur l'hydrol

$$(CH^3)^2N.C^6H^4 - CHOH - C^6H^4 - N(CH^3)^2 + CH^2\langle{}^{CO^2H}_{CO^2H}$$
$$= CO^2 + H^2O + [(CH^3)^2N - C^6H^4]^2 = CH - CH^2 - CO^2H.$$

L'acide *p-p*-tétraméthyldiaminobenzhydryl-malonique n'a pas de point de fusion net. Projeté sur le bain de Hg, à 200°-205°, il se colore faiblement en vert, puis fond en un liquide de même couleur. Celui-ci se boursoufle d'une bulle gazeuse, prend une nuance marron rougeâtre et se solidifie en une substance de couleur rouille fondant de 225° à 230°. Placé sur le mercure, maintenu pendant 10 minutes environ vers 188°, il se colore faiblement en vert, puis, sans fondre, prend une couleur rouille. Si l'on élève alors la température, la fusion ne s'opère qu'à partir de 225°.

Ont été préparés et analysés : le *sel de potassium*, petites aiguilles brillantes de l'alcool, blanchissant à l'étuve par disparition du dissolvant de cristallisation $C^{18}H^{22}N^2\langle{}^{CO^2K}_{CO^2K}$; le *sel de sodium*, écailles brillantes argentées, retenant de l'alcool de cristallisation, devenant blanc opaque à l'étuve, $C^{18}H^{22}N^2\langle{}^{CO^2Na}_{CO^2Na}$; le *sel de baryum*, hydraté, en paillettes incolores; anhydre, blanc, $C^{18}H^{22}N^2\langle{}^{CO^2}_{CO^2}\rangle Ba$; le *sel de calcium*, hydraté, en petits cristaux argentés; anhydre, blanc, $C^{18}H^{22}N^2\langle{}^{CO^2}_{CO^2}\rangle Ca$; le *sel de plomb* $C^{18}H^{22}N^2\langle{}^{CO^2}_{CO^2}\rangle Pb$, précipité blanc.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'inégalité de résistance de l'amidon naturel et de l'amylose artificielle vis-à-vis de l'extrait d'orge.* Note de MM. J. Wolff et A. Fernbach, présentée par M. L. Maquenne.

Les belles recherches de MM. Maquenne et Roux ont établi que les empois de fécule se comportent vis-à-vis de l'extrait de malt comme s'ils renfermaient de l'amylose au même état que l'amylose artificielle, obtenue en partant de l'empois rétrogradé. Ce fait fondamental les a conduits à admettre dans l'amidon naturel l'existence de deux classes de composés distincts, l'amylose et l'amylopectine, saccharifiables par deux diastases, dont l'une existe toute formée dans le malt, tandis que l'autre n'y serait contenue qu'en puissance (1).

Cette identité dans la manière dont l'amylose naturelle et l'amylose artificielle sont transformées par l'extrait de malt disparaît lorsqu'on les saccharifie par l'extrait d'orge. L'emploi de l'extrait d'orge permet en outre de faire agir isolément l'une des diastases saccharifiantes qui superposent leurs effets quand on se sert d'extrait de malt.

Ces conclusions sont justifiées par les expériences décrites ci-dessous, dans lesquelles nous avons opéré sur des empois ou des solutions d'amylose pure à 1 pour 100. Les empois ont été chauffés en même temps que l'amylose à 150° pendant 10 minutes : ce chauffage était nécessaire pour dissoudre l'amylose, ainsi que pour éliminer les différences d'action entre l'extrait d'orge et l'extrait de malt qui résultent de l'absence presque complète de diastase liquéfiante dans le premier de ces extraits. L'amylose dont nous nous sommes servis a été préparée en partant de fécule coagulée par l'amylocoagulase. Voici les quantités de maltose obtenues pour 100 d'amidon réel, en saccharifiant 50^{cm^3} de liquide à 1 pour 100 de fécule ou d'amylose, par 5^{cm^3} d'extrait d'orge ou de malt à 10 pour 100, à la température de 45° (2).

	Amylose.		Fécule chauffée à 150°.	
	Extrait d'orge.	Extrait de malt.	Extrait d'orge.	Extrait de malt.
10 minutes......	»	»	33,93	78,68
30 »	100,9	102,9	52,45	84,56
3 heures.......	103,3	»	69,84	91,55
24 »	103,3	»	»	»
48 »	»	»	76,28	100,4

(1) *Annales de Physique et de Chimie,* 8e série, t. IX, octobre 1906.

(2) Nous avons employé dans ces expériences des macérations fraîches, en laissant

Ces expériences nous font voir que l'amylose pure est transformée par l'extrait d'orge et par l'extrait de malt d'une manière presque identique. En conséquence, si cette amylose existait sous la même forme dans la fécule, celle-ci devrait être saccharifiée de la même manière par les deux extraits. Or, l'expérience nous apprend qu'il n'en est rien, et que l'amylose naturelle se maltosifie beaucoup plus difficilement que l'amylose artificielle. Elle nous apprend en outre que l'orge non germée renferme une diastase agissant sur l'amylose et non sur l'amylopectine. De plus, l'extrait d'orge ne peut pas, comme l'extrait de malt, acquérir la propriété d'agir sur l'amylopectine, car, ainsi que nous nous en sommes assurés, la transformation ne progresse plus après 48 heures.

On peut remarquer aussi que la transformation de la fécule naturelle par l'extrait d'orge progresse bien moins rapidement qu'avec l'extrait de malt et que les dernières portions d'amylose, encore colorables en bleu par l'iode, résistent à la diastase de l'orge tout comme les dernières portions de dextrine, provenant de l'amylopectine, résistent à l'action de l'extrait de malt.

Nous nous sommes d'ailleurs assurés par l'examen des osazones que, contrairement à l'assertion de plusieurs auteurs, le maltose est le seul sucre produit par l'extrait d'orge dans les conditions de nos expériences.

Nous arrivons donc à la conclusion que l'amylose, sous sa forme naturelle, se distingue de l'amylose artificielle par une résistance beaucoup plus grande à la saccharification par l'extrait d'orge. L'emploi de cet extrait nous a permis de réaliser la séparation complète des deux périodes successives de la saccharification ordinaire, séparation que MM. Maquenne et Roux ont considérée comme nécessaire pour faire passer leurs conclusions dans le domaine des faits définitivement établis [1].

---

au milieu sa réaction naturelle. La fécule employée, que nous devons à l'obligeance de M. Groult, était naturellement très pure, c'est-à-dire qu'elle ne renfermait que des traces de chaux et de magnésie, et était très voisine de la neutralité au méthylorange. Dans ces conditions, la formation de maltose est beaucoup plus rapide que si l'on emploie de la fécule ordinaire, et l'on arrive, sans aucune addition d'acide, à une vitesse de transformation au moins aussi grande qu'en neutralisant de l'amidon impur.

(1) *Loc. cit.*, p. 216.

BOTANIQUE. — *Influence de la fécondation sur les caractères des figues.* Note de M. **Leclerc du Sablon**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les variétés de Figuiers cultivés en France ont la propriété de produire des figues mûres et comestibles sans que les pistils aient été fécondés; le réceptacle devient charnu, le péricarpe s'accroît, mais l'ovule avorte. Des graines fertiles n'ont pas été signalées dans ces figues. Dans les variétés cultivées en Italie, des graines fertiles ont été signalées, notamment par Gasparrini qui les croyait formées par parthénogenèse, et par Solms-Laubach qui attribuait leur production à la fécondation. Les observations que j'ai faites dans le département du Gard, pendant l'été 1906, montrent que les variétés cultivées en France peuvent aussi produire des graines et que cette production est en relation avec la présence des Caprifiguiers. Les trois principales variétés que j'ai observées sont : la figue d'or, la figue datte et la bourjassotte noire.

Un pied de figue d'or cultivé à côté d'un Caprifiguier présentait des graines dans toutes ses figues; il est vrai que ces graines étaient moins nombreuses que dans les figues de Smyrne et qu'un bon nombre de péricarpes étaient vides. On peut se rendre compte de la proportion des graines fertiles en faisant l'essai par l'eau; les péricarpes renfermant une graine vont au fond de l'eau, les autres surnagent. Un autre pied de la même variété, cultivé loin de tout Caprifiguier, ne portait aucune figue renfermant des graines. Enfin, un troisième pied, cultivé également loin de tout Caprifiguier, mais dans le voisinage duquel j'avais placé, au commencement du mois d'août, quelques figues mâles mûres, avait aussi produit des graines, mais seulement dans quelques-unes de ses figues. Des Figuiers appartenant aux variétés figue datte et bourjassotte noire avaient également des graines dans certaines de leurs figues.

Après quelques essais, il m'était devenu possible de distinguer, sans les ouvrir, les figues renfermant des graines. Les figues d'or fécondées sont plus renflées que les autres et leur coloration extérieure est d'un gris violacé au lieu d'un gris jaune. A l'intérieur, la partie comestible est d'un rose foncé dans les figues fécondées et d'un rose clair presque jaunâtre dans les non fécondées. Pour la figue datte, les différences extérieures sont un peu moins sensibles; néanmoins, les figues fécondées sont plus renflées, leur coloration extérieure est d'un vert plus foncé et leur coloration intérieure d'un rouge plus foncé également. La distinction des bourjassottes noires fécondées et non fécondées est encore plus facile, bien que la coloration extérieure soit la même; mais les figues fécondées sont beaucoup plus grosses que les autres et leur coloration intérieure est rouge au lieu d'être d'un rose ambré. La dégustation révèle d'autres caractères différentiels; les figues fécondées paraissent moins sucrées, mais ont à un plus haut degré la saveur spéciale caractéristique des figues.

De plus, les téguments de la figue paraissent plus résistants dans le cas où il y a eu fécondation.

Pour donner plus de précision à ces différences, j'ai cueilli, pour chacune des variétés et sur le même arbre, trois figues fécondées et trois figues non fécondées paraissant arrivées au même degré de maturité. Je me suis efforcé de choisir des échantillons qui, au point de vue du volume, représentaient à peu près la moyenne pour chaque catégorie. J'ai mesuré le poids à l'état frais, la teneur en eau et la teneur en sucres. Le Tableau suivant donne le résultat des mesures effectuées.

	Poids moyen.	Eau.	Sucres.
	g	pour 100.	pour 100.
Figues d'or fécondées..........	37	80	11,2
» » non fécondées......	29	74	12,6
Figues dattes fécondées........	23	71	14,3
» » non fécondées....	20	71	18,7
Bourjassottes fécondées........	68	79	3,3
» non fécondées.....	40	76	6,2

Les figues fécondées sont moins riches en sucres, comme l'avait fait prévoir la dégustation; dans tous les cas, l'ensemble des sucres est surtout formé par des sucres réducteurs. L'infériorité des figues fécondées, au point de vue de la proportion de sucre, est compensée par le poids plus fort et une saveur générale plus agréable. Mais, en admettant même qu'à l'état frais la supériorité des figues fécondées soit contestable, il n'en est plus de même si on les destine à être séchées; tous les auteurs qui se sont occupés de la question s'accordent en effet à dire que les réserves oléagineuses des graines de figues de Smyrne communiquent à la figue sèche un parfum qui manque aux figues non fécondées. Il y aurait donc intérêt à cultiver des Caprifiguiers dans le voisinage de Figuiers, surtout si l'on veut faire sécher les figues. J'ai vérifié que la structure de l'embryon et de l'albumen est la même dans les variétés que j'ai étudiées que dans les figues de Smyrne où la fécondation est nécessaire; les réserves d'huile et d'aleurone sont très abondantes. L'albumen des graines fécondées est d'ailleurs très différent de l'albumen parthénogénétique dont j'ai décrit la formation dans les graines envahies par le Blastophage. Dans ce dernier cas, en effet, les réserves sont surtout formées par un protoplasma épais renfermant de grosses granulations, les noyaux subissent une dégénérescence vacuolaire et les cloisons, peu nettes, ne sont pas imprégnées de cellulose.

La fécondation, qui n'est pas nécessaire dans les variétés cultivées en

France, est donc possible et augmente même le poids de la récolte. Mais une autre conclusion résulte des observations qui précèdent : c'est que, lorsqu'on décrit une variété de Figuier, il est indispensable de spécifier si les figues décrites sont ou ne sont pas fécondées; il serait même préférable de décrire à la fois, si c'est possible, les figues fécondées et celles qui ne le sont pas; car, sur un même arbre, ces deux sortes de figues peuvent différer beaucoup plus que des figues appartenant à deux variétés distinctes.

BOTANIQUE. — *Sur le développement des* pneumathodes *des Palmiers et sur la véritable nature de ces organes*. Note de M. **C.-L. Gatin**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Il y a quelques années, M. Ludwig Jost (1) décrivait, sur les racines et à la base des radicelles de plusieurs espèces de Palmiers, de petites taches farineuses que leur porosité, qu'il mit en évidence, rend capable de jouer le rôle de lenticelles. Il ne décrivit avec détail et n'étudia le développement que de celles de ces plages poreuses qui se trouvent à la base des radicelles. Il fit en outre remarquer que ces formations n'ont été vues par lui que sur des plantes ayant poussé dans des bacs de jardins botaniques et qu'elles n'ont encore été trouvées par personne sur des Palmiers vivant à l'état sauvage.

J'ai eu récemment l'occasion d'observer des germinations appartenant à un grand nombre d'espèces de Palmiers, et j'ai pu constater, chez un certain nombre d'entre elles, la présence de plages poreuses, non seulement à la base des radicelles et sur les racines, mais encore sur le pétiole du cotylédon. J'ai notamment rencontré ces organes sur les espèces suivantes : *Borassus flabelliformis* L., *Latania Loddigesii* Mart., *Hyphœne coriacea* Gœrtn.

Disons tout d'abord que ces plages poreuses ne sont pas particulières aux plantes venues en serre. J'ai pu en voir, en effet, sur des germinations de *Borassus flabelliformis* très avancées, ayant poussé naturellement à Chinde (Afrique orientale portugaise) (2).

(1) Ludwig Jost, *Ein Beitrag zur Kenntniss der Athmungsorgane der Pflanzen* (*Bot. Zeit.*, n° 37, t. XLV, 16 sept. 1887, p. 601-606; 617-628; 633-642; avec 1 pl.).

(2) Ces germinations ont été recueillies à Chinde par M. Georges Le Testu, ingénieur agronome.

Le développement de ces plages poreuses se poursuit de la même façon, qu'on le considère sur la racine ou sur le pétiole du cotylédon; en voici les principaux traits.

Au-dessous de la surface de l'organe on trouve un système tégumentaire, formé de cellules allongées dans le sens longitudinal, et se sclérifiant de bonne heure. Il y a deux ou trois assises de ces cellules, formant ce que j'appellerai la couche n° 3 et qui sont séparées de l'extérieur, d'abord par trois à quatre assises de cellules qui s'imprègnent au début de ligneux, puis d'une substance voisine du liège. Elles s'épaississent beaucoup et sont également très allongées dans le sens longitudinal, formant à l'organe âgé une cuirasse de fibres (couche n° 2).

Enfin, tout à fait à l'extérieur, on rencontre deux ou trois assises de cellules sensiblement isodiamétriques, dont la plus externe constitue l'épiderme du cotylédon s'il s'agit du pétiole cotylédonaire, l'assise pilifère s'il s'agit de la racine.

La couche sclérenchymateuse (couche n° 3) est interrompue là où une lenticelle doit se former et fait place à un parenchyme à éléments courts dans le sens longitudinal. La couche n° 2, formée également de cellules à éléments courts dans le sens longitudinal, est hypertrophiée dans le sens radial, et ses éléments, dont les plus internes s'épaississent, laissent entre eux des méats. Cette hypertrophie a amené l'exfoliation des assises de cellules formant la couche n° 1 et c'est cette partie exfoliée qui présente, à l'extérieur, l'apparence d'une tache farineuse.

Un peu plus tard, des cloisonnements nombreux se produisent dans la couche n° 1, restée parenchymateuse au-dessous de la plage poreuse. Ces cloisonnements s'observent dans plusieurs assises de cellules à la fois et constituent une sorte d'assise génératrice diffuse tendant à augmenter l'épaisseur des tissus de la plage poreuse. En même temps les éléments de la partie la plus interne de la couche n° 2 s'épaississent beaucoup et forment ainsi une couche de protection.

Tous ces éléments restent courts dans le sens longitudinal, de même que le parenchyme situé plus à l'intérieur, alors que le parenchyme cortical, partout ailleurs, est formé d'éléments très allongés dans le sens longitudinal.

Les plages poreuses de la base des radicelles, dont le développement a été étudié par M. Jost, présentent des caractères différents, bien qu'elles ne soient qu'un cas particulier des organes que nous venons d'étudier. Aussi ont-elles été considérées par les auteurs [1] comme des organes particuliers, généralement désignés sous le nom de *pneumathodes*.

L'étude dont on vient de lire le résumé conduit, au contraire, à rapprocher ces formations des *fossettes poussiéreuses* [2] (Staubgrübchen) des

---

[1] Jost, *loc. cit.* — A. Weisse, *Ueber Lenticellen und verwandte Durchluftungseinrichtungen bei Monocotylen* (*B. d. d. Bot. Ges.*, Bd. XV, 1897, p. 303-319).

[2] E. Hannig, *Ueber die Staubgrübchen an den Stämmen und Blattstielen der Cyatheaceen und Marattiaceen* (*Bot. Ztg*, 1898, p. 9-33, avec 1 planche).

Marattiacées. Dans ces deux cas, on a affaire à des formations se produisant dans une région de l'écorce formée d'éléments courts, et caractérisée par l'absence de sclérenchyme sous-épidermique.

Ces formations débutent par une hypertrophie des tissus corticaux externes avec exfoliation de l'épiderme et s'accroissent par une assise génératrice diffuse. Il me semble qu'on pourrait les réunir sous le nom de *lenticelles primitives*, le mot *pneumathode* étant réservé pour désigner les organes spéciaux décrits par Leitgeb [1], Schimper [2] et Müller [3] sur la racine aérienne de certaines Orchidées.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le mode d'action de la téphrosine.* Note de M. **M. Hanriot**, présentée par M. Armand Gautier.

La sensibilité extrême des poissons pour la téphrosine m'avait d'abord fait supposer que cette substance agissait sur les branchies et que la mort arrivait par asphyxie. J'avais été confirmé dans cette idée par le fait que les poissons pâlissent et se décolorent et que plusieurs fois j'avais trouvé les branchies presque exsangues; toutefois, on ne retarde pas l'époque de la mort en dirigeant un courant d'oxygène dans la solution qui immerge les poissons. J'ai alors pris deux congres semblables pesant environ 400^{g}; j'ai introduit l'un d'eux dans un flacon contenant de l'eau bouillie à l'abri du contact de l'air; le deuxième a été mis dans de l'eau ordinaire contenant $\frac{8}{10\,000\,000}$ de téphrosine. Ce dernier est mort au bout de 1 heure 10 minutes, tandis que le premier a survécu 2 heures 15 minutes. Il importe en outre de remarquer que plusieurs des animaux sur lesquels j'ai expérimenté étaient pourvus de branchies et cependant se sont montrés réfractaires à l'action de la téphrosine. Du reste, ce corps peut agir en injection bien que son action soit alors moins sensible : on injecte, au niveau de la queue, dans la veine centrale d'une roussette de $0^{kg},900$, un milligramme

(1) Leitgeb, *Die Luftwurzeln der Orchideen* (*Denkschr. der Wiener Akademie d. Wiss.*, Bd. XXIV, 1864, p. 204).

(2) Schimper, *Ueber Bau und Lebensweise der Epiphyten Westindiens* (*Bot. Centralbl.*, Bd. XVII, 1884, p. 257).

(3) Jos. Muller, *Ueber die Anatomie der Assimilations-Wurzeln von Tænio-phyllum Zollingeri* (*Sitzungsberichte der Wiener Akad. d. Wiss.*, Bd. CIX, 1900, 1. Abth.).

de téphrosine; au bout de 5 minutes elle est prise d'accidents convulsifs et meurt après 40 minutes avec des phénomènes analogues à ceux que présentent les poissons placés dans la solution. Une deuxième roussette, de même taille, a été tuée par 0g,0003 en 8 heures environ; à l'autopsie, le cerveau est décoloré; les branchies sont normales, mais un peu pâles. La téphrosine a donc une action générale en dehors de toute action sur les branchies.

Lorsqu'on intoxique un poisson par cette substance, on voit que le premier effet qui se manifeste est une perte d'équilibre : l'animal oscille dans l'eau, il progresse ensuite par bonds soudains, se lançant contre la paroi du vase, puis il tourne le ventre en l'air et continue à se mouvoir pendant longtemps dans cette position. Dès le début, les nageoires pectorales et ventrales sont paralysées, et la progression se fait uniquement par des coups de queue; en même temps la respiration accélérée du début se ralentit progressivement.

J'ai essayé sur les mammifères l'action en injection sous-cutanée de la solution glycérinée de téphrosine; voici quelques-uns des résultats obtenus :

Sur le lapin, la dose mortelle est de 0g,01 par kilogramme, mais cette dose dépend surtout de la solubilité de la téphrosine dans le dissolvant employé; or, il n'y a guère que l'alcool ou la glycérine que l'on puisse utiliser, et l'on ne peut en augmenter la teneur sans que leur action toxique propre ne vienne s'ajouter à celle de la téphrosine.

Les symptômes ont été les mêmes dans tous les cas : ivresse, secousses convulsives alternant avec la paralysie; polypnée et mort par arrêt respiratoire, le cœur continuant à battre. Voici le résumé de ces expériences :

Lapin.

Poids de l'animal.	Quantité injectée par kilogr.	Lieu de l'injection.	Symptômes.	Terminaison.
kg 2,110	g 0,02	veine	Paralysie, dyspnée, secousses convulsives, mouvements giratoires	mort
2,350	0,01	rachis	Troubles respiratoires, cornage, dyspnée	se remet
même lapin	0,01	péritoine	Ivre, arrêt respiratoire	mort
0,490	0,01	péritoine	Tombe rapidement sur le flanc, polypnée	meurt en 30 min.
3,020	0,005	péritoine	Très excité, polypnée	se remet
même lapin	0,01	péritoine	Polypnée, convulsions, opistotonos	mort
0,860	0,01	plèvre	Dyspnée, paralysie	mort en 24 min.
2,230	0,01	péritoine	Ivre, tombe sur le flanc	mort en 30 min.

Cobaye.

0,730	0,01	péritoine	Se couche sur le flanc, respiration ralentie	mort

Sur le chien, les résultats ont été analogues; la dose toxique est aussi

de 0g,01 par kilogramme en injection intraveineuse; les phénomènes observés sont surtout d'ordre nerveux : paralysies, convulsions. La mort survient par arrêt de la respiration, le cœur continuant à battre; voici un Tableau de ces expériences :

Chien.

Poids de l'animal.	Quantité injectée par kilogr.	Lieu de l'injection.	Symptômes.	Terminaison.
kg 8,6	g 0,01	veine	Troubles respiratoires, paralysie, convulsions toniques et cloniques	mort le lendemain
8,7	0,01	plèvre	État nerveux, paralysie du train postérieur; roule sur lui-même, opistotonos	mort en 1 heure
9	0,01	veine	Roule sur lui-même, opistotonos	remis le lendemain

J'ai déjà dit combien la téphrosine était peu soluble dans l'eau pure; or l'extrait aqueux de la plante renferme des quantités de cette substance bien supérieures à ce qu'indiquerait cette solubilité; aussi ai-je été conduit à essayer la toxicité directe de cet extrait.

Comme je n'avais aucun moyen chimique d'y doser la téphrosine qui y était contenue, je me suis servi de la toxicité sur les poissons pour évaluer la téphrosine. L'extrait alcoolique de feuilles a été distillé et le résidu repris par l'eau, puis filtré. J'ai alors essayé l'activité de cette solution sur des vérons en la comparant à celle d'une solution de téphrosine à titre connu. Or, si l'on injecte à un chien une solution ainsi dosée, on lui trouve un pouvoir toxique supérieur à ce qu'aurait donné la téphrosine seule, comme le montrent les résultats suivants :

Chien.

Poids de l'animal.	Substance active par kilog.	Lieu de l'injection.	Symptômes.	Terminaison.
kg 7	0,01	veine	Accidents immédiats, convulsions, opistotonos	mort en 5min.
7,5	0,01	veine	Attaque convulsive au bout de 2 minutes, vomissements	mort dans la nuit
8	0,005	veine	Accidents immédiats, convulsions au bout de 3min.	remis le lendemain

Peut-être y a-t-il dans l'extrait une substance plus toxique pour les mammifères que la tephrosine, mais il paraît plus probable que l'activité plus grande de l'extrait est due à ce fait que la téphrosine s'y trouve sous forme plus soluble.

PHYSIOLOGIE. — *Quelques conséquences de l'interpolation des principales expériences de M. Chauveau sur l'énergétique musculaire.* Note de M. **Charles Henry**, présentée par M. Alfred Giard.

Le problème que s'est posé M. Chauveau est de mesurer la dépense du travail musculaire d'après les échanges respiratoires, en particulier par les différences des valeurs moyennes du débit respiratoire, c'est-à-dire de la quantité d'air déplacée, de O^2 absorbé, de CO^2 exhalé, à la minute, pendant les trois formes de la contraction et à l'état de repos, dans des conditions aussi rigoureusement comparables que possible.

Nous nous sommes proposé, sur la demande de M. Ernest Solvay, d'interpoler ces résultats; tout effort de discussion théorique ou même pratique d'une série quelconque d'expériences suppose d'ailleurs une interpolation préalable.

Les variables indépendantes (charges, alternances, etc.) ont toujours reçu, dans les expériences de M. Chauveau, cinq valeurs en progression arithmétique : 0, r, $2r$, $3r$, $4r$. Pour la simplification des calculs, nous avons pris pour valeurs de la variable les quantités 0, 1, 2, 3, 4. Supposant développée en série entière la fonction y (la dépense) qu'il s'agit de déterminer

$$y = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + a_3 x^3 + \ldots,$$

nous nous en sommes tenu aux quatre premiers termes au plus, car un polynome du quatrième degré coïnciderait avec les cinq points observés, d'ailleurs de nombre insuffisant. Pour déterminer les coefficients de ces expressions, on aurait pu prélever des observations un nombre égal d'équations et négliger les autres : un tel choix serait arbitraire. Il importait de faire concourir symétriquement toutes les données de l'observation au calcul des paramètres. La méthode indiquée est la méthode des moindres carrés : elle conduit généralement à des calculs inextricables; mais, dans le cas de nos équations, elle est d'une application relativement facile.

Le Tableau ci-contre résume les résultats pour les différentes fonctions $y = f(x)$.

La considération des dérivées de ces différentes fonctions suggère les remarques suivantes :

Pour la contraction statique et pour la contraction dynamique négative, la dépense spécifique $\frac{dy}{dx}$ (y représentant l'un quelconque des indicateurs de dépense) est une fonction linéaire croissante avec la charge x, *le nombre des alternances res-*

Lois des variations de la dépense musculaire en fonction de la charge, du nombre d'alternances par minute et de la vitesse pour les divers modes de contraction musculaire, d'après les expériences de M. Chauveau.

Définition de la variable indépendante.		Indicateur de la dépense.	Contraction statique.	Hauteurs de soulèvement.	Contraction dynamique. positive.	Contraction dynamique. négative.
Nombre d'alternances fixe; charges variables; x observés : 1,5 - 3 - 4,5 - 6kg,	1 alternance par minute	O^2 CO^2 Débit	— N° 2 — $291 + 24{,}5x + 3{,}36x^2$ $244 + 17{,}2x + 6{,}21x^2$ $6{,}55 + 0{,}55x + 0{,}135x^2$ *C. R.*, 13 juin 1904, p. 1470, tab. C.			
	13 alternances par minute	O^2 CO^2 Débit	— N° 1 — $268 + 30{,}7x + 4{,}5x^2$ $228 + 25{,}8x + 5{,}86x^2$ $6{,}02 + 0{,}485x + 0{,}198x^2$ *C. R.*, 13 juin 1904, p. 1468, tab. C.	4m,42	— N° 5 — $250 + 110x - 20{,}6x^2 + 3{,}33x^3$ $203 + 128x - 26{,}6x^2 + 4{,}83x^3$ $5{,}467 + 3{,}26x - 0{,}552x^2 + 0{,}128x^3$ *C. R.*, 27 juin 1904, p. 1671, tab. C.	— N° 9 — $272 + 63{,}7x + 1{,}43x^2$ $234 + 66{,}7x + 1{,}36x^2$ $6{,}43 + 1{,}92x - 0{,}0235x^2$ *C. R.*, 11 juillet 1904, p. 109, tab. B.
Charges constantes, nombre d'alternances variable; x observés : 13, 26, 39, 52 alternances à la minute.	kg 1,5	O^2 CO^2 Débit	— N° 3 — $276 + 43{,}7x - 13{,}5x^2 + 1{,}83x^3$ $236 + 42{,}6x - 11{,}3x^2 + 1{,}5x^3$ $6{,}33 + 0{,}803x - 0{,}157x^2 + 0{,}0415x^3$ *C. R.*, 20 juin 1904, p. 1564, tab. C.	4m,42 — 8m,84 13m,26 — 17m,68 dans l'unité de temps	— N° 6 — $249 + 109x - 21x^2 + 2{,}25x^3$ $200 + 138x - 30{,}6x^2 + 4{,}33x^3$ $5{,}9 + 2{,}27x + 0{,}147x^2$ *C. R.*, 27 juin 1904, p. 1674, tab. C,	— N° 10 — $264 + 76x - 11{,}4x^2 + 1{,}25x^3$ $223 + 100x - 26{,}6x^2 + 4{,}5x^3$ $6{,}05 + 1{,}8x - 0{,}295x^2 + 0{,}108x^3$. *C. R.*, 11 juillet 1904, p. 111, tab. B
	3	O^2 CO^2 Débit		4m,42	— N° 7 — $253 + 150x - 58{,}3x^2 + 7{,}42x^3$ $221 + 147x - 53x^2 + 6{,}34x^3$ $6{,}4 + 3{,}66x - 1{,}27x^2 + 0{,}16x^3$ *C. R.*, 4 juillet 1904, p. 15, tab. B.	
	4,5	O^2 CO^2 Débit	— N° 4 — $279 + 124x - 38{,}3x^2 + 4{,}75x^3$ $238 + 141x - 51{,}2x^2 + 7{,}33x^3$ $6{,}63 + 4{,}04x - 1{,}69x^2 + 0.272x^3$ *C. R.*, 20 juin 1904, p. 1565, tab. C.			
	6	O^2 CO^2 Débit		4m,42	— N° 8 — $281 + 352x - 133x^2 + 16{,}6x^3$ $225 + 392x - 153x^2 + 20x^3$ $6{,}35 + 9{,}96x - 3{,}77x^2 + 0{,}509x^3$ *C. R.*, 4 juillet 1904, p. 17, tab. B.	
Charge constante, vitesse variable.	50	O^2		6m	$1{,}69 + 0{,}934v + 0{,}19v^2 - 0{,}00061v^3$ LAULANIÉ, *Physiologie*, p. 797.	$1{,}88 - 0{,}501v + 0{,}28v^2 - 0{,}0083v^3$ LAULANIÉ, *Physiologie*, p. 797.

tant invariable. Par exception, dans le cas de la contraction dynamique négative, la dépense spécifique exprimée par le débit respiratoire décroît; la consommation spécifique de O^2 et la production spécifique de CO^2 croissant, ce fait doit ici nous mettre en garde contre les indications du débit; d'ailleurs, nous verrons plus loin que le débit respiratoire est un mauvais indicateur de la dépense.

Pour la contraction dynamique positive, dans ces mêmes conditions, les courbes des variations de $\frac{dy}{dx}$ sont des paraboles présentant un minimum pour 2^{kg}, dans le cas de O^2, pour $1^{kg},8$, dans le cas de CO^2; pour $1^{kg},3$, dans le cas du débit.

Si l'on considère des charges constantes et des nombres d'alternances variables, les courbes dérivées se présentent toutes sous la forme de paraboles ayant un minimum. Les valeurs de x qui rendent ces dérivées minima sont assez comparables pour les trois indicateurs : la contraction dynamique positive, pour 6^{kg}, donne des résultats particulièrement concordants, puisque les minima ont lieu respectivement avec O^2, CO^2, le débit, pour 33,8, 32,5, 32,5 alternances. L'existence d'un minimum dans ces courbes s'explique par le fait que, s'il n'y a aucune alternance, un seul système de muscles travaille : d'où un mauvais rendement à cause de la grandeur du travail; s'il y a trop d'alternances, il y a trop de démarrages: d'où encore un mauvais rendement.

On sait que O^2 est un meilleur indicateur de la dépense que CO^2, car CO^2 exhalé est en général plus petit que O^2 inspiré, celui-ci concourant à la formation de vapeur d'eau. Le calcul prouve que ce sont également les indications de O^2 qui concordent le mieux avec une formule simple.

Si l'on calcule : 1° la moyenne m des valeurs du débit, de O^2, de CO^2 dans les six premières lignes du Tableau; 2° la moyenne ε_m des plus petites sommes des carrés des écarts entre l'expérience et un polynome du troisième degré; 3° les carrés de l'écart relatif $\frac{\varepsilon_m}{m}$, on trouve que les rapports de ces carrés d'écarts sont : (débit) 1; (O^2) 0,32; (CO^2) 0,50.

PHYSIOLOGIE. — *Changements morphologiques des cellules nerveuses survivant à la transplantation des ganglions nerveux*. Note de MM. **G. Marinesco** et **J. Minea**, présentée par M. Laveran.

Ainsi qu'on l'a vu dans nos Notes précédentes [1], les cellules des ganglions nerveux transplantés (ganglions plexiformes, spinaux et sympathiques) disparaissent après avoir subi des altérations consistant dans la désorganisation de tous leurs éléments constitutifs; un certain nombre de

(1) *Comptes rendus*, 18 et 25 février 1907.

cellules survivent cependant; nous étudierons dans cette Note les changements morphologiques qu'elles présentent.

Les cellules qui survivent occupent une partie seulement de la périphérie du ganglion où elles se disposent irrégulièrement en une ou deux couches. Dans un cas de ganglion spinal transplanté depuis 7 jours sur le trajet de la racine opposée, il n'en reste en moyenne qu'une quinzaine environ par coupe. Dans un autre cas de transplantation du ganglion plexiforme datant de 23 jours, on compte environ 19 cellules par coupe. La structure intime de ces cellules n'est pas normale, les corpuscules de Nissl sont irréguliers, en état de désintégration; la substance fondamentale colorée donne un aspect foncé à la cellule. Il en résulte que le contour des corpuscules est mal délimité, le réseau endocellulaire est irrégulier, ses mailles sont élargies par endroits, minces et serrées ailleurs, ses travées sont tantôt bien indiquées, tantôt fortement granuleuses. Souvent le noyau est excentrique et, quelquefois même, on le trouve tout à fait à la périphérie. La surface du corps cellulaire est irrégulière, on y observe des encoches et des excavations dans lesquelles pénètrent les cellules satellites. Ces cellules nerveuses cependant n'affectent pas simplement l'aspect des lésions secondaires consécutives à la section du cylindraxe; elles ont une forte tendance à émettre des expansions de nouvelle formation (1); ces dernières, de forme irrégulière, sont difformes et parfois très grosses, elles sont généralement courtes et finissent par une boule sous-capsulaire; elles ressemblent à un champignon, à un pied, etc.; quelquefois, on trouve aussi des anses véritables à la surface de la cellule. L'axone ne présente rien d'anormal. La cellule elle-même et ses prolongements sont enlacés par des fibres nerveuses constituant parfois un plexus inextricable; ces fibres, de différentes grosseurs, se divisent peu. Le rapport de ce plexus de nouvelle formation avec la cellule est variable; tantôt il l'enveloppe complètement, formant autour d'elle une espèce de peloton; d'autres fois, il se localise autour d'une partie de la cellule, ou bien encore dans la région de l'axone et des expansions nouvellement formées dont nous avons parlé plus haut. Dans le reste du ganglion, on voit un grand nombre de cellules apotrophiques entre les interstices et dans l'intérieur desquelles il circule des fibres de nouvelle formation. Toutes ces fibres, aussi bien que celles qui constituent le plexus péricellulaire et périaxonal, proviennent suivant toutes les apparences du bout central du nerf sciatique sur le trajet duquel on a intercalé le ganglion plexiforme. Sauf les prolongements cytoplasmiques énormes que nous avons notés à la périphérie de quelques cellules ayant persisté après la transplantation, toutes les autres fibres de nouvelle formation sont d'origine extraganglionnaire.

La nature des ganglions transplantés et les conditions dans lesquelles s'opère la transplantation jouent un rôle important pour la survie des cellules nerveuses. Ainsi, dans un cas de greffe des ganglions plexiforme et cervical supérieur d'un chien sous la peau de l'oreille du même animal,

(1) M. Nageotte a observé des phénomènes analogues après la greffe des ganglions rachidiens (*Société de Biologie*, 19 janvier 1907).

toutes les cellules du premier avaient disparu, tandis que, dans le ganglion sympathique, il en persistait un assez grand nombre ayant conservé jusqu'à un certain point leur structure normale. Lorsque la transplantation ne se fait pas rapidement ou bien si elle n'a pas lieu dans des circonstances aseptiques, les cellules nerveuses meurent très rapidement et disparaissent toutes au bout de quelques jours. La région dans laquelle se fait la transplantation paraît également avoir une influence sur le sort ultérieur des cellules nerveuses. Si les cellules trouvent dans le milieu ambiant une provision d'oxygène et de substances nutritives, elles peuvent survivre pendant un certain temps. C'est là, sans doute, la raison pour laquelle nous n'en avons pas trouvé dans quelques cas d'auto- et d'homo-transplantation datant de 12 à 14 jours, tandis que des cellules, en nombre assez notable, persistaient encore dans un autre cas de 23 jours. Etant donné que la cause essentielle de la mort des cellules des ganglions transplantés réside dans la suspension de la circulation et, en première ligne, dans l'absence d'oxygène, nous nous proposons de chercher quel serait le moyen d'assurer aux cellules nerveuses des ganglions transplantés une nutrition compatible avec la vie.

PHYSIOLOGIE. — *Locomotion des Gastéropodes*. Note de MM. **Raphael Dubois** et **Fred Vlès**, présentée par M. Yves Delage.

Les théories étudiant le mécanisme de la reptation des Gastéropodes en ramènent la cause à l'action de l'un des trois facteurs suivants : 1° les cils vibratiles [1], dont la sole plantaire est pourvue; 2° le sang, affluant dans le tissu caverneux du pied; 3° les muscles du pied. Quelques théories mixtes, en outre, admettent l'action simultanée de deux de ces facteurs.

Quelques expériences que nous avons faites permettent de se rendre compte de la valeur relative de ces trois actions :

1° Une Fissurelle (*Fissurella neglecta* Desh.) est mise à ramper sur une lame de verre. Quand le pied est bien étalé, on détache rapidement, d'un coup de rasoir, toute la surface pédieuse en contact avec le support, sur une épaisseur de 1^{mm} à 2^{mm}. On constate que cette Fissurelle ainsi mutilée continue à se déplacer, sans que les caractères de sa locomotion paraissent modifiés, pendant plusieurs heures et même plusieurs jours après la section du pied. L'animal a repris son *adhérence* au verre par toute la surface de section étalée, comme il adhérait auparavant par sa sole pédieuse.

(1) La Bibliographie sera discutée dans un prochain Mémoire de l'un de nous.

Dans cette expérience, l'action des cils est éliminée; l'érection sanguine est devenue impossible, les sinus sanguins du pied n'ayant plus de limite ventrale.

2° On pratique sur une Fissurelle une entaille transversale du pied vers la région médiane de cet organe, de façon à sectionner les nerfs pédieux et à atteindre la cavité générale. L'animal subit une forte hémorragie, une « saignée à blanc »; de plus, les muscles de la région pédieuse postérieure à la section sont paralysés. On constate que la Fissurelle se déplace en utilisant uniquement la région antérieure du pied, largement étalée sur le support, tandis que la région postérieure est traînée, inerte, sans adhérer au sol.

Dans cette expérience, l'afflux du sang ne peut jouer de rôle, pas plus pour la région antérieure que pour la région postérieure du pied; cependant l'une, où les muscles sont intacts, adhère au sol et sert à la locomotion; l'autre, où les muscles sont paralysés, n'adhère pas et ne sert plus à la locomotion.

3° La paralysie de tous les muscles du pied empêche totalement la locomotion de la Fissurelle. Cette paralysie a été obtenue : α. par injection de purpurine [1], le système vasculaire n'étant pas lésé; β. par une section de tous les nerfs se rendant au pied, au moyen d'une entaille à la base ventrale de la tête, l'animal subissant une forte hémorragie.

Dans cette série d'expériences, on voit que l'élimination des cils (exp. 1) et de l'élément sanguin (exp. 2) n'a pas arrêté la reptation ni empêché l'adhérence; au contraire, la lésion des muscles (exp. 2 et 3) a immédiatement déterminé l'abolition de ces deux phénomènes.

On doit donc en conclure que l'action musculaire est seule capable de produire la reptation de la Fissurelle et l'adhérence au substratum de sa sole plantaire. Il est vraisemblable qu'il en est de même chez les autres Gastéropodes reptateurs.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un nouveau Lémurien sub-fossile de Madagascar.* Note [2] de M. G. GRANDIDIER, présentée par M. A. Gaudry.

Le laboratoire de Paléontologie du Muséum d'Histoire naturelle a récemment reçu de M. Jully, président de l'Académie malgache, une collec-

(1) Extrait alcoolique de glande à pourpre de *Murex*.

(2) Présentée dans la séance du 11 mars 1907.

tion d'ossements d'animaux sub-fossiles, dont M. le Prof. Boule m'a fait l'honneur de me confier l'étude; je l'en remercie sincèrement. Cette collection comprenait, parmi de magnifiques vestiges de Lémuriens disparus, deux crânes de *Palæopropithecus maximus* en parfait état de conservation.

Cette espèce est due à M. Standing, qui l'a décrite à Tananarive même dans le *Bulletin de l'Académie malgache* (1); n'ayant pas d'éléments suffisants de comparaison, sa savante étude laisse dans l'ombre plusieurs points que je veux signaler ici, à cause du grand intérêt qu'ils présentent, soit au point de vue phylogénétique, soit au point de vue des phénomènes d'adaptation.

Une description détaillée paraîtra prochainement dans les *Annales de Paléontologie*, mais dès maintenant on peut dire que les caractères que nous allons signaler chez le *Palæopropithecus maximus* semblent indiquer un animal fouisseur et peut-être nageur, type encore inconnu parmi les Lémuriens dont le groupe est déjà peu homogène. N'est-il pas intéressant, en effet, d'être obligé de classer dans une même famille, et cela sans contestation possible puisque tous ses membres jouissent de caractères primordiaux communs, le gigantesque *Megaladapis* et le petit Microcèbe; l'*Archæolemur* à dents quadrituberculées comme les Singes et l'Aye-Aye dont la dentition rappelle celle des Rongeurs; le nocturne et lent Tarsier et l'agile Propithèque qui vit en plein soleil; les Chirogales qui s'endorment pendant la saison sèche et, tels les Loirs, accumulent dans leur queue des réserves graisseuses, et les Lémurs toujours en éveil, des animaux frugivores ou herbivores francs et des insectivores, etc.?

A ces différences biologiques correspondent des différences anatomiques, c'est pourquoi l'étude du crâne du *Palæopropithecus* est particulièrement instructive. Le genre (2) a été créé d'après un fragment de maxillaire inférieur que j'avais rapporté de Belo, côte occidentale de Madagascar, lors de mon premier voyage. Cette pièce portait trois dents; l'analogie frappante qui existait entre elles et celles correspondantes du *Propithecus Verseauxi* m'avait fait appeler cet animal *Palæopropithecus ingens*, nom qui par les

(1) H.-F. Standing, *Rapport sur des ossements sub-fossiles provenant d'Ampasimbazimba, Tananarive* (*Bull. de l'Acad. malg.*, 4e trimestre 1903, p. 227-235, avec pl.).

(2) G. Grandidier, *Description d'ossements de Lémuriens disparus* (*Bull. Mus. Hist. nat.*, nov. 1899, p. 344-348, avec fig.) et G. Grandidier, *Observations sur les Lémuriens disparus de Madagascar* (collections Alluaud, Gaubert, Grandidier) (*Id.*, nov. et déc. 1902, p. 497-505, 587-592, avec fig.).

documents subséquents s'est trouvé justifié; mais si ceux-ci suffisaient à déterminer spécifiquement l'animal, ils ne permettaient pas de l'étudier biologiquement.

Les nouveaux vestiges dont il est question ici appartiennent, comme l'a fort bien fait remarquer M. Standing, à une espèce de plus grande taille que la première du genre.

Le crâne de *P. maximus* est nettement du type lémurien quoique à première vue il en diffère par certaines particularités anatomiques.

La voûte pariétale des *Palæopropithecus* se distingue de celle de tous les autres Primates et n'évoque parmi eux que le souvenir des *Megaladapis* ou des *Adapis*. Elle est basse, peu bombée, de forme triangulaire. L'occipital a un rôle analogue à celui qu'il a chez les Carnassiers; c'est un os peu élevé, semi-circulaire, dont la surface extérieure est plate avec de profondes impressions musculaires, à l'inverse de ce que nous voyons chez les Lémuriens actuels dont l'occipital est bombé. Le trou occipital, qui chez les singes et l'homme est placé sous le crâne et chez les Lémuriens actuels obliquement, est ici dans une position verticale; il se trouve donc rejeté, comme chez les *Adapis*, les *Megaladapis* et les mammifères inférieurs, à l'arrière du crâne et sa position est telle que l'axe de la tête est dans le prolongement de la colonne vertébrale.

L'absence totale de bulles auditives est un des faits les plus étranges du crâne du *Palæopropithecus*. En cela notre fossile diffère de tous les Lémuriens connus et dans la série des mammifères on ne retrouve guère de disposition analogue que chez les Ours, certains Marsupiaux et les Otaries; c'est vraisemblablement à cause de cette dernière analogie avec les Pinnipèdes que M. Standing avait attribué au *Palæopropithecus* une vie aquatique; j'avais combattu d'abord cette hypothèse par suite de la forme contournée du fémur indiquant, à mon avis, un animal grimpeur ou fouisseur, mais je m'y rallie maintenant, dans une certaine mesure, depuis que j'ai eu les pièces en mains. Quant aux singes et à l'homme, qui, eux non plus, n'ont pas de bulles, ils présentent autour du tympanique un sillon qui délimite et isole les organes de l'ouïe. Chez notre animal, au contraire, cet os est intimement soudé à la base du crâne et forme une partie notable du plancher du cerveau. Comme chez les Lémuriens actuels, il ne semble pas y avoir de cellules mastoïdiennes.

Chez le *Palæopropithecus*, le trou lacrymal s'ouvre à l'intérieur de l'orbite, ce qui est un caractère simien.

A l'extrémité des os nasaux, se trouve un ossicule analogue à celui qu'on trouve chez les Taupes fouisseuses américaines, *Scalops*, *Scapanus*, etc. Cet os est-il indépendant? Provient-il d'une expansion des os nasaux ou des prémaxillaires? Il est assez difficile de le dire avec certitude; en tous cas, il ne me semble pas possible de se ranger à l'avis de Flower qui admet pour ces os la même origine mésethmoïdienne que pour l'os unique et médian qu'on rencontre chez les *Sus*. Quoi qu'il en soit, il est hors de doute que l'extrémité du nez portait un organe destiné à fouir, corné ou charnu, fortement vascularisé comme l'indiquent les sillons ramifiés imprimés sur ces os.

La formule dentaire est identique à celle des Propithèques et, quoique plus allongées, les dents sont semblables à celles du *P. Verreauxi*.

SISMOLOGIE. — *Sur quelques constantes sismiques déduites du tremblement de terre du 4 avril 1904*. Note de M. E. ODDONE, présentée par M. Bigourdan.

Le tremblement de terre du 4 avril 1904, qui dévasta une partie de la presqu'île des Balkans, fut ressenti sur une étendue de 25^{km^2} à 30^{km^2}; il couvrit de ruines plusieurs départements de la Macédoine, de la Serbie et de la Bulgarie; son épicentre se trouva vers l'Osojova-Planina, dans l'énorme massif qui sépare les bassins de la Morava, de la Struma et de la Valdar.

Dans la vallée de la Struma, au défilé de Kresna, dans la haute vallée de la Brégalnica en Macédoine, dans les départements de Kustendil, de Sofia et de Plovdiv en Bulgarie et dans celui de Vrange en Serbie, une vingtaine de localités furent dévastées, des milliers de maisons s'écroulèrent et il y eut un grand nombre de morts et de blessés.

En certains endroits le sol fut crevassé; ailleurs s'entr'ouvrirent des gouffres d'où sortirent, en éruptions violentes, de la boue et du sable; des blocs de granit, dont certains avaient un volume de 100^{m^3}, se détachèrent des montagnes, et sur une route on vit les cailloux sautiller jusqu'à la hauteur de $0^m,50$.

Ce tremblement de terre se composa principalement des trois secousses suivantes [1] :

I.............	à $10^h.\,4^m \pm 1^m$	Secousse violente qui provoqua des ruines.
II............	à $10.\,9 \pm 2$	Secousse très forte.
III...........	à 10.27 ± 1	Secousse la plus forte.

Il y eut, en outre, beaucoup de secousses *secondaires* (after shocks), mais peu d'entre elles agitèrent de grandes étendues ou furent enregistrées par les sismographes. Voici les principales :

Secousses.	Heures.	Intensité.	Régions où elles ont été ressenties.
IV....	$10^h.32^m \pm 1^m$	très forte	3 départements bulgares et 74 pays serbes
V....	10.37 ± 1	id.	6 » 12 »

(1) Les heures sont en temps moyen de Greenwich; elles sont empruntées aux deux excellents ouvrages suivants : J. MICHAILOVITCH, *Les tremblements de terre en Serbie*, 1904. Belgrade, 1906; S. WATZOF, *Liste des Tremblements de terre en Bulgarie en* 1904. Sophia, 1905.

Secousses.	Heures.	Intensité.	Régions où elles ont été ressenties.
VI....	$11^h.0^m\pm1^m$	très forte	8 départements bulgares et 4 pays serbes
VII...	11.8 ± 1	id.	3 » 1 pays macédonien
VIII...	11.18 ± 1	forte	2 » 7 » serbes
IX....	11.31 ± 1	faible	2 »
X....	11.34 ± 1	forte	3 »

Nous allons comparer ces données aux relations de la forme $T = f(\Delta)$ qui donnent les temps T_1 et T_2 employés respectivement par les premières et par les secondes vibrations préliminaires pour parvenir à une distance Δ de l'épicentre.

On sait que ces formules, obtenues par MM. Milne, Laska, Omori, Benndorf, ont été vérifiées jusqu'à 16 mégamètres ou 150° environ, et sont déduites des meilleurs sismogrammes fournis par des microsismes. Elles conduisent aux nombres du Tableau suivant (¹) :

Δ en mégamètres.	T_1 en minutes.	T_2 en minutes.
2	3,6	7,0
4	6,5	12,1
6	8,8	16,6
8	10,8	20,5
10	12,9	24,0
12	14,7	28,0
14	15,2	30,0
16	16,6	31,0
18	17*	33*
20	17*	33*
40 (retour à l'épicentre)	34*	66*

On voit que l'intervalle des secousses I et V est de 33 minutes, nombre sensiblement égal au dernier de la colonne T_1 dans le Tableau ci-dessus : cette secousse V, moins forte que la secousse I, s'est donc produite quand les premières vibrations préliminaires ont eu fait le chemin direct aux antipodes, aller et retour, en 33 minutes.

Ce qui confirme cette idée, c'est que l'intervalle des secousses III et VI est encore de 33 minutes; enfin, comme autre confirmation, le même intervalle se retrouve entre les secousses VI et X, de sorte que cette dernière coïncide avec le second retour de la secousse III le long du diamètre

(¹) Les nombres marqués d'un astérisque ne résultent pas de l'observation, mais ont été obtenus par extrapolation; leur incertitude peut atteindre 2 ou 3 minutes.

terrestre. En outre, la dissipation régulière de l'énergie appuie cette manière de voir, car la secousse X a été moins forte que la secousse VI, et celle-ci moins forte que la secousse III.

M. **Marcel Brillouin** adresse une Note sur les *Aéroplanes*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **M.-Emm. Pozzi-Escot** adresse une Note *Sur un nouvel uréomètre à mercure*.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 MARS 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance du lundi 1er avril sera remise au mardi 2 avril.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce que le Tome CXLII des *Comptes rendus* (premier semestre 1906) est en distribution au Secrétariat.

M. le **Président** prononce l'allocution suivante :

Nous revenons des funérailles solennelles qui viennent d'être faites à Marcelin Berthelot. Que pourrions-nous ajouter à cette grandiose manifestation de deuil national? *Pas de discours* avait eu la force d'écrire notre illustre Confrère, en se sentant mourir dans les conditions éminemment impressionnantes que nous connaissons tous et qui ont soulevé l'émotion universelle! A quoi bon des discours, en effet? Est-ce qu'il est nécessaire de rappeler ici pourquoi la gloire attachée au nom de Berthelot est à jamais impérissable?

Qui pourrait oublier le grand architecte de ces beaux édifices scientifiques qui s'appellent la *Synthèse organique* et la *Thermochimie?* Qui a besoin qu'on lui rappelle les immenses services rendus à la *Physiologie générale* par les rectifications que Berthelot a introduites dans la grande conception de Lavoisier sur les sources de toutes les activités de l'état de vie? Qui ne garde le souvenir de tant d'autres œuvres de tout premier ordre, dont les moindres fonderaient, à elles seules, la réputation de plusieurs savants éminents?

Non, mes chers Confrères, je ne trahirai pas le dernier vœu de notre aimé Secrétaire perpétuel. Le souvenir ému que j'ai conservé du dernier entretien que j'eus avec lui suffirait à me garder contre toute tentation de laisser déborder mes sentiments d'admiration.

C'était aux obsèques de Marcel Bertrand. Le hasard nous réunit, Berthelot et moi, dans la même voiture, au départ de l'Institut. Elle était destinée à l'usage personnel de notre illustre Confrère, qui désirait y cacher dans l'isolement la trace des fatigues physiques et morales d'une nuit passée au chevet de Mme Berthelot. Cette voiture était venue chercher à son domicile votre Président. Je n'eus pas le courage d'en descendre à mon arrivée, étant déjà, sans m'en douter, sous le coup de la maladie qui m'a tenu, pendant plusieurs semaines, éloigné des séances de l'Académie. Je voulus excuser mon importunité. Ce fut Berthelot qui m'imposa ses propres excuses : « Vous aurez, me dit-il, avec un sourire navré, un mauvais compagnon de route. Cette pénible nuit succède à tant d'autres semblables ! »

Je n'oublierai jamais notre conversation, au cours de laquelle je découvrais un Berthelot que sa famille et ses intimes étaient seuls à connaître : un homme au cœur profondément affectueux, dont l'accumulation des ans n'avait, en dépit des aphorismes de la psychophysiologie, émoussé en rien la très vive sensibilité. Quelle douleur pour lui d'assister, impuissant à les soulager, aux souffrances de Mme Berthelot ! Quelle oreille avide il prêtait aux espérances qu'en m'appuyant sur mes connaissances cliniques en pathologie cardiaque, je cherchais à faire luire encore à ses yeux. Combien j'aurais désiré fixer tant soit peu ces fugitifs éclairs ! Qu'il me fut pénible de recueillir, au moment de nous quitter, les dernières paroles que j'entendis tomber de la bouche de Berthelot et que je reproduis ici fidèlement : « Quand on a, comme Mme Berthelot et moi, marché côte à côte dans la vie, unis dans une inaltérable communion d'idées et de sentiments, bien dure est la séparation, le déchirement bien cruel ! Je peux tout en attendre ! »

Et le triste pressentiment, souvent ressenti et exprimé, s'est réalisé avec une précision qu'on n'aurait pu prévoir. La mort de Mme Berthelot a tué notre grand Confrère ! Son système artériel était en un tel état qu'il suffisait de quelques battements de cœur intempestifs, provoqués par une grosse émotion, pour mettre en mouvement les redoutables éléments de destruction qui ont terrassé presque subitement notre immortel Secrétaire perpétuel.

Voilà comment, unis dans la vie, Berthelot et Mme Berthelot sont restés unis dans la mort.

Cette fin dramatique et d'une suprême grandeur enveloppe MARCELIN BERTHELOT d'une dernière auréole, qui a répandu son émouvante splendeur sur l'apothéose à laquelle nous venons d'assister.

L'excellent Confrère, le Colonel LAUSSEDAT, qui a suivi de si près Berthelot dans la mort, disparaît chargé de jours bien remplis par les services de toutes sortes rendus à son pays.

Nul ne fut mieux à sa place dans la Section des Académiciens libres.

Il était passé successivement par les postes de répétiteur, professeur, directeur des études à l'Ecole Polytechnique. Dans tous il avait su se distinguer, par une heureuse application de sa forte documentation scientifique au succès de son œuvre éducatrice.

Devenu plus tard directeur du Conservatoire des Arts et Métiers, il eut, dans ces nouvelles fonctions, le même succès que dans les premières.

Laussedat sut toujours mettre au service de ces diverses positions officielles le plus aimable en même temps que le plus ferme caractère.

La France eut la chance de tirer profit de ce caractère si bien trempé, quand, après la paix de Francfort, il fallut régler définitivement la nouvelle frontière franco-allemande. Laussedat faisait partie de la Commission chargée de procéder à cette opération. Grâce à sa ténacité et à son énergie, des milliers d'Alsaciens-Lorrains lui durent de rester Français. Laussedat pouvait à bon droit se montrer fier du résultat. Mais il songeait plutôt à ceux qu'il n'avait pu sauver et il s'en affligeait. Ses amis aimaient à lui faire raconter les luttes pénibles qu'il eut, dans la circonstance, à soutenir contre nos vainqueurs.

Il avait alors profité de ses solides connaissances en géodésie. Jamais il n'a cessé de chercher à les perfectionner. Ceci lui permit d'étendre considérablement l'emploi de sa méthode initiale de *métrophotographie* appliquée au levé des plans. L'année dernière, à l'âge de 87 ans, il savait nous intéresser, en nous exposant, avec entrain, l'heureux parti qu'on en avait tiré hors de France.

Lui aussi fut toujours en parfaite communion de pensées et de sentiments avec la compagne de sa vie. Nous adressons à Mme Laussedat nos respectueuses condoléances.

M. le Secrétaire perpétuel s'exprime à son tour en ces termes :

Monsieur le Président,

Ayant été pendant sept ans le collaborateur direct de M. Berthelot, je vous demande la permission d'ajouter en mon nom personnel quelques paroles à celles que vous venez de prononcer. Non que je songe à revenir en quelque point sur le bel éloge que vous avez tracé à grands traits ; mais il me semble qu'il est de mon devoir de rappeler les liens qui m'unissaient à l'homme illustre dont l'Académie déplore la perte. J'avais connu M. et Mme Berthelot, il y a 45 ans, dans cette maison hospitalière de la rue de Rivoli où M. et Mme Joseph Bertrand réunissaient des hommes tels que Pasteur, Foucault, Boissier, Renan, Deville et bien d'autres que j'oublie en ce moment. A cette époque Berthelot n'était pas encore professeur au Collège de France ; mais il avait fait quelques-uns de ses plus beaux travaux et il était en possession des idées maîtresses qui ont dirigé sa vie et illuminé sa carrière. La sympathie et la bienveillance qu'il avait à ce moment témoignées au jeune débutant que j'étais alors, n'avaient jamais cessé de croître ; et elles s'étaient progressivement changées en une affection confiante, dont il m'a donné bien des preuves dans ces derniers temps et dont je conserverai toujours le précieux souvenir.

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie approchée de l'écoulement sur un déversoir vertical en mince paroi, sans contraction latérale et à nappe libre.* Note de **M. J. Boussinesq.**

I. J'ai donné, dès 1887 (1), une théorie approchée de l'écoulement de l'eau sur un déversoir vertical ou incliné, à mince paroi et sans contraction latérale, mais en supposant demandée directement à l'observation la mesure de la contraction inférieure c de la nappe déversante, rapport, à la hauteur h de charge, du relèvement total ε qu'éprouve la face inférieure de la nappe après s'être détachée du seuil horizontal. Ce relèvement ε est dû à la convergence mutuelle des filets fluides, dont les plus hauts, dirigés vers l'aval, sont encore presque horizontaux sur le seuil, tandis que les plus bas, ascendants contre la paroi antérieure du barrage, sont, d'ordi-

(1) *Comptes rendus,* t. CV, 4 juillet, 10, 17 et 24 octobre 1887, p. 17, 585, 632 et 697.

naire, en quittant le seuil, verticaux comme elle, et peuvent même, si la paroi est munie d'une large armature horizontale braquée vers l'amont, arriver au seuil avec une vitesse horizontale inverse de celle des filets supérieurs, avec lesquels ils font alors un angle de près de deux droits.

Or comme, dans cette question inabordable jusqu'ici rationnellement, une solution très approchée paraît résulter de l'hypothèse simple de l'existence, dans la nappe, d'une section contractée presque verticale, à la traversée de laquelle tous les filets fluides contenus dans un même plan longitudinal seraient parallèles avec centre commun de courbure, il est naturel de compléter cette hypothèse par une autre non moins simple, en admettant, du moins pour les déversoirs très hauts où le mouvement est insensible au fond et où le phénomène acquiert son minimum de complication, que la contraction inférieure c est, pour chaque valeur K du rapport de la hauteur h' de l'eau sur la section contractée à la hauteur h de charge, sensiblement proportionnelle à la convergence des filets sur le seuil et, par conséquent, dans le cas du déversoir vertical, *moitié* de la valeur maximum C qu'elle atteint dans le cas du déversoir avec armature.

II. J'ai obtenu, dans les articles cités, comme expression du débit q de l'unité de longueur du déversoir, la formule $q = mh\sqrt{2gh}$, où le coefficient de débit m est, pour chaque valeur du rapport K,

$$(1)\quad m = f(k)(1-c)^{\frac{3}{2}}, \quad \text{avec} \quad k = \sqrt{\frac{1-K}{1-c}} \quad \text{et} \quad f(k) = (k+k^2)\log\frac{1}{k},$$

le paramètre auxiliaire k se trouvant ainsi relié à la contraction inférieure c et à la dénivellation relative $1 - K = \frac{h-h'}{h}$ sur la section contractée. D'ailleurs, si l'on appelle $\varkappa$ la valeur de k, pour même dénivellation relative $1 - K$, sur le déversoir avec armature où la contraction inférieure est C, il existe entre C et $\varkappa$ la formule assez simple, fournie par le principe des quantités de mouvement,

$$(2)\qquad (1-C)^2(1+\varkappa)^3(1-\varkappa) = 1, \qquad \text{avec} \qquad \varkappa = \sqrt{\frac{1-K}{1-C}};$$

et la différentiation de celles-ci par rapport à K donne assez aisément pour la dérivée C′ de C, après élimination de la dérivée, $\varkappa'$, de $\varkappa$,

$$(3)\qquad C' = \frac{2\varkappa - 1}{\varkappa(2-\varkappa)}.$$

Or, pour le déversoir vertical, la contraction inférieure c est supposée la

moitié de C et, par suite, sa dérivée c', la moitié de C'. L'on aura donc, d'après (2) et (3),

$$(4)\qquad c = \frac{1}{2} - \frac{1}{2\sqrt{(1+\varkappa)^3(1-\varkappa)}}, \qquad c' = \frac{2\varkappa - 1}{2\varkappa(2-\varkappa)}.$$

Enfin, la seconde équation (1), écrite $(1-c)k^2 = 1 - K$ et différentiée en K, donnera elle-même

$$(5)\qquad 2(1-c)kk' = -(1-k^2c').$$

III. On sait que l'écoulement sur le déversoir devient constant, par un abaissement suffisant de l'eau en aval, qui fait décroître K (supposé d'abord égal à 1), à l'instant où, K diminuant ainsi peu à peu (et k augmentant), l'expression (1) du coefficient m de débit devient maximum. Il y a donc lieu d'égaler à zéro la dérivée de m; ce qui, vu (5), donne, pour déterminer k, l'équation

$$(6)\qquad f'(k) = -[3f(k) - kf'(k)]kc'.$$

Cette équation se résout par approximations successives en remarquant : d'une part, que le premier membre s'annule pour la valeur $k_0 = 0{,}46854$ de k rendant $f(k)$ maximum et, le second, pour celle, k_1, qui annule c' ou correspond à $\varkappa = \frac{1}{2}$ et au maximum $\frac{1}{2} - \frac{2}{\sqrt{27}} = 0{,}1151$ de c; d'autre part, que cette seconde valeur de k est presque identique à la première, à cause de l'égalité des deux expressions $(1-C)\varkappa^2$, $(1-c)k^2$ de $1-K$, d'où il résulte

$$(7)\qquad k = \varkappa\sqrt{\frac{1-2c}{1-c}} \qquad \text{et} \qquad k_1 = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{0{,}7698}{0{,}8849}} = 0{,}46634.$$

J'ai obtenu ainsi, à une deuxième approximation,

$$k = 0{,}4694, \qquad \varkappa = 0{,}5033, \qquad c = 0{,}1151, \qquad \text{et} \qquad m = 0{,}4342.$$

IV. Mais on peut encore, à la condition de choisir $\varkappa$ comme variable auxiliaire, essayer successivement diverses valeurs de $\varkappa$, par exemple $\varkappa = 0{,}5032$, $0{,}5033$, $0{,}5034$. Pour chacune d'elles, les formules (4) font connaître c et c', puis la première formule (7) donne k et rend, par conséquent, évaluables les deux fonctions

$$(8)\qquad f(k) = (k+k^2)\log\frac{1}{k}, \qquad f'(k) = (1+2k)\log\frac{1}{k} - (1+k).$$

On peut donc enfin avoir les deux membres de (6) et l'excédent du premier sur le second. Or, les trois essais $x = 0,5032$, $0,5033$, $0,5034$ donnent respectivement, pour cet excédent, $0,00030$, $0,00006$, $-0,00019$. Donc, la racine cherchée se trouve comprise entre $0,5033$ et $0,5034$; et un calcul par parties proportionnelles donne enfin sa vraie valeur, $0,503324$, qui se vérifie ensuite directement. L'on trouve alors

$$(9) \qquad k = 0,46945, \qquad c = 0,1151, \qquad m = 0,43422;$$

ce qui confirme pleinement les calculs de deuxième approximation.

Les expériences de M. Bazin ont donné environ $c = 0,112$ et $m = 0,43$.

PHYSIQUE. — *Contribution à l'étude de la phosphorescence*. Note de M. HENRI BECQUEREL.

I. — PHOSPHORESCENCE DES SELS D'URANIUM.

1° *Modification des spectres d'émission à la température de l'air liquide.* — Une étude récente (1) a montré que les spectres de la lumière émise par les sels d'uranium phosphorescents présentent, à la température de l'air liquide, des modifications remarquables. Chacun des groupes de bandes, généralement larges et diffuses à la température ordinaire, qui se reproduisent périodiquement au nombre de sept ou huit dans la région visible des spectres des divers sels en question, se transforme, à la température de l'air liquide, en groupes de bandes beaucoup plus fines et plus nombreuses, et toute modification qui affecte l'un des groupes se retrouve dans les autres. Ces phénomènes s'observent soit en plaçant les corps refroidis dans un phosphoroscope, soit en les éclairant par de la lumière violette.

En relevant la longueur d'onde de ces bandes, ou, mieux encore, en juxtaposant sur la fente du spectroscope les images de deux échantillons d'un même sel rendus phosphorescents, mais dont l'un plonge dans l'air liquide, tandis que l'autre est à la température ordinaire, on constate que les maxima de la lumière émise à basse température ont une tendance générale à être transportés dans les spectres, du côté des longueurs d'onde décroissantes.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 4 mars 1907, p. 459.

Il n'est pas démontré que ce transport corresponde à des mouvements lumineux nouveaux et qu'il ne soit pas l'effet d'un renforcement exceptionnel de bandes préexistant à la température ordinaire, mais très faibles. Une coïncidence entre des bandes faibles et des bandes renforcées se rencontre dans les spectres de divers sels, et si la partie la plus réfrangible de chaque groupe tend à prendre plus d'éclat dans l'air liquide, la partie la moins réfrangible s'affaiblit généralement jusqu'à disparaître.

Par exemple, le nitrate d'urane, à la température ordinaire, donne un spectre dont chaque groupe est composé d'une bande diffuse ayant son intensité maximum à peu près en son milieu. A la température de l'air liquide, chaque groupe se résout en plusieurs bandes, parmi lesquelles domine, avec une grande intensité, un doublet occupant le bord le plus réfrangible de la bande primitive, et la bande la plus réfrangible de ce doublet paraît décalée d'environ $1^{\mu\mu}$ à $2^{\mu\mu}$ en dehors de l'ancienne bande, au delà de la région où la lumière diffuse de celle-ci cesse d'être perceptible. En outre, on voit apparaître, un peu plus en dehors, une bande fine qui se retrouve dans tous les groupes et dont la longueur d'onde est inférieure à celle de la bande voisine, d'environ $0^{\mu\mu},3$ pour les groupes verts.

Le sulfate double d'uranyle et de potassium, à la température ordinaire, donne un spectre dont chaque groupe est constitué par une bande large dégradée vers le côté le moins réfrangible et terminé de l'autre par une bande étroite et intense. A cette bande correspond, à basse température, une bande beaucoup plus faible, qui est accompagnée de deux autres bandes très fines dont la plus réfrangible et la plus intense de toutes est décalée de $2^{\mu\mu},2$ environ du côté des longueurs d'onde décroissantes.

Le sulfate double d'uranyle et d'ammoniaque donne des spectres à peu près semblables, avec cette différence que la bande la plus réfrangible et la plus intense du spectre à basse température correspond au bord le plus réfrangible de la bande diffuse du spectre à la température ordinaire.

Les spectres du chlorure double d'uranyle et de potassium, du phosphate double d'uranyle et de calcium, présentent des décalages de même sens et du même ordre de grandeur.

L'abaissement de la température modifie donc considérablement les intensités des mouvements lumineux de périodes différentes qui constituent le phénomène de la phosphorescence.

2° *Orientation des vibrations lumineuses émises par phosphorescence.* — La netteté et la finesse des bandes que présentent, à basse température, les

spectres d'émission par phosphorescence des sels d'uranium a permis de constater que les vibrations lumineuses de diverses bandes sont polarisées dans des directions différentes.

Ce phénomène est corrélatif de celui que j'ai observé (¹) il y a vingt ans pour les bandes d'absorption de la plupart des cristaux biréfringents; j'avais alors vainement tenté de le mettre en évidence à la température ordinaire, et la largeur des bandes diffuses, dans ces conditions, n'avait pas permis de le constater.

On sait depuis les expériences de Grailich sur les platinocyanures que la lumière émise par fluorescence sur les faces de certains cristaux biréfringents est partiellement polarisée, et l'on en a conclu que les mouvements des particules qui produisent la phosphorescence dans ces cristaux sont orientés (²). Ce phénomène se constate nettement lorsqu'on éclaire par de la lumière violette ceux des sels d'uranium qu'on peut obtenir en cristaux bien définis. Les spectres ne changent pas quand on polarise la lumière incidente mais ils varient au contraire si l'on interpose un nicol entre le cristal phosphorescent et le spectroscope, et si l'on oriente dans diverses directions le plan principal de ce nicol.

Pour refroidir les cristaux on peut les plonger directement dans l'air liquide, mais la contraction provoque alors parfois une multitude de clivages intérieurs qui altèrent le cristal et diffusent la lumière. On évite généralement cet inconvénient en plaçant les cristaux dans un petit tube de verre mince, que l'on plonge dans le bain d'air liquide.

Comme exemple des phénomènes observés, j'indiquerai ici que, pour le nitrate d'urane, la bande la plus réfrangible du doublet intense de chaque groupe est la plus lumineuse quand la vibration transmise est parallèle à la bissectrice de l'angle obtus des axes optiques du cristal, l'autre composante du doublet étant alors très faible; le contraire a lieu pour une direction perpendiculaire du nicol, la vibration transmise étant alors parallèle à la bissectrice de l'angle aigu des axes optiques.

Pour le chlorure double d'uranyle et de potassium, alors que la bande $\lambda = 525^{\mu\mu}$ par exemple, de l'un des groupes verts, et toutes les bandes homologues des autres groupes varient peu d'intensité avec la direction du

---

(¹) *Comptes rendus*, t. CII, 1886, p. 106, et *Ann. de Chim. et Phys.*, 6ᵉ série, t. XIV, 1888, p. 170.

(²) SOHNCKE, *Wied. Ann.*, t. LVIII, 1896, p. 417-455. — POCHETTINO, *Nuovo Cimento*, novembre 1904, et *Accad. dei Lincei*, Vol. XIV, fasc. 4, 1905.

nicol, les deux bandes $\lambda = 522^{\mu\mu},5$ et $\lambda = 529^{\mu\mu},5$ qui l'encadrent, ainsi que toutes leurs homologues varient notablement, ayant toutes à la fois leur maximum ou leur minimum d'intensité pour une même position du nicol.

Cette diversité dans l'orientation de mouvements de périodes différentes, qui pourraient appartenir à un même électron, offre un grand intérêt théorique.

II. — Phosphorescence de divers corps a la température de l'air liquide.

Parmi les divers corps étudiés, les sels d'urane seuls ont présenté les phénomènes décrits plus haut, les autres substances plongées dans l'air liquide ont manifesté principalement un affaiblissement plus ou moins notable des larges portions de spectre continu, qui caractérisent leur émission par phosphorescence. L'expérience se faisait généralement en plaçant entre les disques mobiles d'un phosphoroscope un petit tube de verre contenant de l'air liquide dans lequel baignait le cristal étudié. On doit tenir compte dans toutes ces expériences de l'absorption des rayons incidents par le verre, et de l'absorption par l'air liquide d'une partie des rayons actifs et d'une partie des rayons émis.

Un rubis, qui à la température ordinaire donne le spectre décrit autrefois par mon père, c'est-à-dire une bande α ($\lambda = 705^{\mu\mu}$) très faible, une bande rouge très intense β ($\lambda = 697^{\mu\mu}$) puis un groupe de bandes compris entre $\lambda = 676^{\mu\mu}$ et $\lambda = 657^{\mu\mu}$, ne donne plus ce groupe à la température de l'air liquide, tandis que la bande β devient plus fine et la bande α devient plus large et plus intense qu'à la température ordinaire.

Avec un cristal de spath d'Islande manganésifère, le spectre presque continu de $\lambda = 668^{\mu\mu}$ à $\lambda = 552^{\mu\mu}$ se rétrécit à la température de l'air liquide entre les limites $656^{\mu\mu}$ et $590^{\mu\mu}$, avec un maximum entre $636^{\mu\mu}$ et $615^{\mu\mu}$ coupé par la bande d'absorption $\lambda = 628^{\mu\mu}$ de l'air liquide. Le cristal émet alors une lueur beaucoup plus rougeâtre.

Le même phénomène se présente avec divers platino-cyanures éclairés par la lumière violette. Le platino-cyanure de magnésium, lumineux orangé à la température ordinaire, devient pourpre dans l'air liquide. Le spectre continu de la lumière qu'il émet se raccourcit du côté du vert.

Il en est de même du platino-cyanure de potassium et de sodium qui, dans l'air liquide, devient plus orangé qu'à la température ordinaire, et la portion de spectre qu'il émet est polarisée. Le platino-cyanure de baryum n'a donné lieu à aucune observation particulière.

Un cristal de chlorophane, plongé dans l'air liquide et examiné dans le phosphoroscope, a manifesté le même spectre qu'à la température ordinaire, avec la même succession dans l'apparition progressive des bandes à mesure que la vitesse de rotation des disques devient plus grande.

Le phénomène est différent de celui qu'on observe en excitant par des rayons cathodiques le même corps refroidi ; dans ce dernier cas, la plupart des bandes d'émission s'affaiblissent, tandis que d'autres conservent une intensité notable.

III. — Phosphorescence de diverses fluorines.

Sans donner ici le détail des expériences que je poursuis depuis longtemps sur cette question, je résumerai seulement les conclusions principales.

On sait que les fluorines naturelles deviennent phosphorescentes quand on les échauffe, qu'elles émettent dans le phosphoroscope (¹) une lumière dont le spectre est formé de bandes discontinues, nombreuses et apparaissant dans un ordre spécial pour différentes vitesses de rotation des disques de l'appareil. Dans les deux cas (²), les spectres d'émission sont les mêmes, et l'apparition successive des diverses bandes dans un ordre différent, soit au phosphoroscope pour des vitesses variables, soit par la chaleur pour des températures croissantes, permet d'attribuer divers groupes à la phosphorescence de substances différentes ou de composés différents.

Récemment, M. Urbain a identifié un grand nombre de ces bandes avec celles que donnent diverses terres rares. Cependant, on observe que toutes les bandes attribuées à une même terre n'apparaissent pas simultanément pour une même vitesse des disques du phosphoroscope.

Lorsqu'on a porté les minéraux naturels à une température élevée, ils perdent la faculté de luire par une nouvelle élévation de température, tandis que, sous l'action de la lumière dans le phosphoroscope, ou sous l'action des rayons cathodiques, les mêmes minéraux devenus inactifs par la chaleur donnent les mêmes spectres d'émission que les minéraux naturels, bien que dans le premier cas l'action excitatrice de la lumière ne s'exerce que pendant une très petite fraction de seconde.

(¹) E. Becquerel, *La Lumière*, t. I, p. 360.

(²) H. Becquerel, *Comptes rendus*, t. CXII, p. 557.

On a reconnu depuis longtemps que la décharge d'une bouteille de Leyde, ou l'action prolongée de la lumière, restituent aux fluorines échauffées la propriété d'être phosphorescentes par un nouvel échauffement, et j'ai montré ([1]) que les rayons cathodiques du radium produisaient le même effet.

Il suffit d'exposer aux rayons du radium des cristaux de fluorine pour que ceux-ci deviennent instantanément lumineux et, s'ils ont été préalablement échauffés, pour qu'ils reprennent la propriété de luire par la chaleur; mais un fait remarquable est que l'intensité et la quantité de lumière qui peuvent être restituées par la chaleur n'augmentent pas considérablement avec le temps de l'exposition aux rayons actifs. Ainsi des cristaux de fluorines diverses, préalablement chauffés et décolorés, puis exposés pendant plus de deux ans aux rayons du radium, et ensuite échauffés, ne se sont pas montrés lumineux plus vivement et plus longuement que des cristaux identiques exposés seulement pendant quelques jours aux mêmes radiations.

Un semblable maximum a été observé depuis longtemps pour la phosphorescence restituée à la plupart des corps phosphorescents soit par l'action de la lumière, soit par l'étincelle électrique.

Il y a vraisemblablement, par l'effet soit de la lumière, soit des rayons cathodiques ou des rayons du radium, formation ou destruction dans les corps phosphorescents de composés dont le retour spontané à l'état primitif est la cause de la lumière émise. L'une des meilleures preuves peut être tirée de ce fait, que les rayons du radium provoquent dans les fluorines la formation de produits qui donnent par phosphorescence certaines bandes avec une intensité beaucoup plus grande que ne le font les mêmes fluorines à l'état naturel.

Toutefois cette intensité n'augmente pas au delà d'une certaine limite, que l'on peut attribuer, soit à la transformation complète des éléments actifs, qui sont généralement à l'état de traces, soit à un équilibre entre deux actions inverses des rayons excitateurs, l'une provoquant la transformation l'autre la détruisant.

Les phénomènes de très courte durée observés avec le phosphoroscope et ceux que présentent les corps phosphorescents à longue persistance, conduisent, suivant une ancienne conception de mon père, à distinguer deux sortes de modifications provoquées par les rayons excitateurs : l'une

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXIX, 1899, p. 916.

serait temporaire et se détruirait spontanément avec production de lumière (phosphorescence par la lumière), l'autre serait stable à une température donnée, plus ou moins basse, pour se détruire à une température plus élevée en donnant naissance aux mêmes radiations lumineuses (phosphorescence par la chaleur).

L'inégale persistance lumineuse, soit dans le phosphoroscope, soit par élévation de température, des différentes bandes attribuables à des éléments distincts, montre une intervention directe de ces éléments dans les phénomènes qui constituent les modifications temporaires et permanentes. Ces modifications peuvent, suivant les cas, se produire simultanément ou séparément à basse températaure.

Pour les fluorines, la formation de la modification stable est indépendante de la coloration, laquelle peut être due à d'autres corps que les corps actifs. Des fluorines incolores peuvent être extrêmement phosphorescentes, et d'autres préalablement décolorées par la chaleur se colorent diversement et progressivement dans les rayons du radium alors que le maximum de la restitution de la phosphorescence est déjà atteint.

Cette interprétation, d'ordre chimique, rend compte de la permanence dans la propriété, naturelle ou restituée, d'être phosphorescents par la chaleur que possèdent certains corps renfermant des éléments appropriés.

Au contraire, pour les sels d'uranium, la cause des phénomènes observés semble intimement liée à l'atome d'uranium, et aux mouvements des électrons qu'il renferme.

L'effet d'un abaissement considérable de la température, qui, d'une part, modifie certaines actions chimiques et, d'autre part, semble augmenter l'élasticité du milieu où prennent naissance les vibrations lumineuses accentue encore cette différence.

Il convient toutefois de rappeler que les sels uraniques sont seuls phosphorescents; les sels uraneux ne le sont pas.

CORRESPONDANCE.

La **Faculté des Sciences de l'Université de Valence**,
La **Société de Pharmacie argentine**, à Buenos-Ayres,
L'**Association des naturalistes de Levallois-Perret**,
M. **Michel Yégounow**,
M. **Nansen**,

L'École polytechnique fédérale de Zurich,
L'Académie royale des Sciences exactes physiques et naturelles de Madrid,
L'Académie royale des Sciences d'Amsterdam,
L'Académie royale des Lincei,
L'Université d'Odessa,
L'Université impériale de Kasan,
Le Sénat de l'Université Léopold, à Lemberg,
L'Académie roumaine,
M. Geikie,
L'Association des Sciences agronomiques de Portugal,
L'Académie des Sciences, Lettres et Beaux-Arts de Marseille,
L'Académie royale des Sciences de Turin

adressent à l'Académie l'expression de leurs sentiments de profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *Berthelot*.

La Société Royale de Londres ne s'est pas contentée de faire connaître toute la part qu'elle prend à la perte de M. H. Moissan et de M. Berthelot, mais elle s'est fait représenter aux obsèques nationales par MM. *Gaudry* et *Darboux*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Annales de l'Observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse. Tome VII. (Présenté par M. Mascart.)

Ce Volume contient l'exposé des *Recherches sur le magnétisme terrestre*, par E. Mathias.

(Renvoi à la Commission du prix Wilde.)

MÉCANIQUE. — *Sur une généralisation du mouvement de Poinsot*. Note de M. L. Lecornu, présentée par M. P. Painlevé.

On sait, depuis Poinsot, que le mouvement d'un corps solide autour d'un point fixe O s'effectue, en l'absence de forces extérieures ou sous

l'action de forces ayant un moment nul par rapport à O, de telle façon que l'ellipsoïde d'inertie relatif à ce point roule sans glisser sur un plan fixe, avec une vitesse angulaire représentée vectoriellement par le diamètre joignant le point O au point de contact de l'ellipsoïde et du plan. La liaison de ces deux surfaces est purement fictive : j'entends par là qu'elle ne suppose l'existence d'aucune force de liaison.

Substituons à l'ellipsoïde d'inertie un autre ellipsoïde de même centre et de mêmes directions principales, mais non semblable à lui. Si nous assujettissons ce nouvel ellipsoïde, que j'appellerai l'*ellipsoïde superficiel*, à se mouvoir autour de son centre en roulant sans glissement sur un plan fixe et en entraînant avec lui le corps donné, nous obtenons un mouvement assez analogue à celui de Poinsot. Le déplacement s'effectue, géométriquement parlant, de la même manière, et, en outre, la force vive, dans un cas comme dans l'autre, demeure constante. Mais *l'action du plan cesse alors d'être nulle*.

En cherchant à préciser la nature de ce mouvement, j'ai trouvé que la détermination, en fonction du temps, des composantes p, q, r de la rotation instantanée suivant les trois axes principaux d'inertie issus de O dépend généralement d'intégrales elliptiques de troisième espèce. Le problème se simplifie quand l'ellipsoïde d'inertie coupe l'ellipsoïde superficiel suivant une polhodie de ce dernier. Le mouvement devient alors identique à celui de Poinsot, bien que l'action du plan demeure différente de zéro. Les moments L, M, N de cette action par rapport aux axes d'inertie vérifient les relations

$$\frac{L}{(\beta-\gamma)(\alpha-\beta-\gamma)} = \frac{M}{(\gamma-\alpha)(\beta-\gamma-\alpha)} = \frac{N}{(\alpha-\beta)(\gamma-\alpha-\beta)},$$

dans lesquelles α, β, γ sont les inverses des carrés des axes de l'ellipsoïde superficiel.

Pour que les choses se passent de cette façon, il faut et il suffit que les moments principaux d'inertie A, B, C soient liés à α, β, γ par les relations

$$A = S\alpha + T\alpha^2, \qquad B = S\beta + T\beta^2, \qquad C = S\gamma + T\gamma^2$$

dans lesquelles S et T désignent deux constantes absolument quelconques.

On peut vérifier que ces conditions sont remplies, en particulier, quand le corps, supposé limité par l'ellipsoïde superficiel, est homogène ou composé de couches homothétiques dont chacune est homogène. Si donc un pareil corps, mobile autour de son centre, roule sans glisser au contact

d'un plan fixe, sans intervention de forces extérieures autres que les forces de liaison, il obéit à la loi de Poinsot.

Les moments d'inertie A, B, C d'un solide ne sont pas entièrement arbitraires : chacun d'eux est inférieur à la somme des deux autres, et il en résulte que, dans le mouvement ordinaire de Poinsot, le rapport entre les vitesses angulaires extrêmes ne peut dépasser $\sqrt{2}$. Il est bon de remarquer qu'aucune restriction de ce genre ne se rencontre dans le problème faisant l'objet de la présente Note.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur le coefficient de la résistance de l'air à adopter dans un projet d'aéroplane.* Note de M. F. **Ferber**, présentée par M. Maurice Levy.

Nous désirons mettre en évidence un fait qui a été la cause initiale du début de nos expériences d'aviation en 1899 et qui aurait pu être relevé dès 1891, c'est-à-dire dès la première expérience de Lilienthal.

En effet, pour qu'un homme pût flotter dans l'air avec une surface de 15^{m^2} et un poids total de 100^{kg} lorsque la vitesse relative était de 10^m par seconde et l'angle d'attaque de 9°, il fallait que les lois de la résistance de l'air fussent bien plus favorables qu'on ne le pensait. Donc, recommencer ces expériences était un devoir, car la solution du problème ne dépendait plus de la recherche d'une utopie.

En somme, notre thèse est la suivante : *Chaque parcours aérien donne une détermination de la résistance de l'air, et il faut s'en servir.*

Rappelons quelles étaient, avant toute expérience humaine, les idées générales du monde savant sur les lois de la résistance de l'air :

1° Quand un plan de surface S se déplaçait normalement à sa trajectoire avec une vitesse V, il subissait une pression égale à kSV^2, où k avait été trouvé, par le colonel Renard, égal à 0,085 et, par les expérimentateurs qui lui ont succédé, égal à une valeur encore plus faible, 0,07 (Canovetti).

2° Quand un plan se mouvait en faisant un angle d'attaque γ avec sa trajectoire, une ancienne loi proposée par Newton, *a priori* d'ailleurs, admettait que la résistance était proportionnelle au carré du sinus de l'angle d'attaque. Cette loi se trouve encore actuellement dans tous les formulaires d'ingénieurs et même dans l'esprit de beaucoup de personnes éminentes.

A vrai dire, jamais les aviateurs n'ont voulu reconnaître ces deux lois; au lieu de 0,07, ils ont toujours pris pour coefficient de la résistance de

l'air 0,13, et même quelquefois 0,16 et 0,20. Quant au sinus carré, ils ne pouvaient l'admettre, car cette loi conduisait à des surfaces sustentatrices si grandes que la solution du problème en devenait pour toujours impossible.

Les aviateurs admettaient au contraire la loi du colonel Duchemin, qui s'exprime par $\frac{2k\,SV^2 \sin\gamma}{1+\sin^2\gamma}$ et qui, pour de faibles angles d'attaque, se réduit à

$$k\,SV^2 \sin\gamma,$$

en prenant pour k au moins la valeur 0,13.

Mais même cette valeur de k est trop faible, car elle conduirait encore à des surfaces exagérées. Les expériences de Maxim et Langley, faites avec des manèges tournants (1), ont démontré que l'air portait davantage encore et que k pourrait être pris égal à 0,3.

Il peut être plus grand encore, et voici la manière de le calculer : un aéroplane avec ou sans moteur peut prendre une trajectoire rectiligne dès qu'il est bien équilibré. (Les photographies de trajectoires jointes à ce Mémoire, prises avec l'obturateur de l'objectif ouvert pendant les trajets, le prouvent surabondamment.) Dès que la trajectoire est rectiligne, le mouvement devient uniforme, ce qui prouve que les forces se font équilibre; il n'y a plus aucune difficulté d'intégration, et un calcul élémentaire connu depuis longtemps (2) donne comme résultat :

$$F = P\left(\alpha + \gamma + \frac{\gamma_1^2}{\gamma}\right), \qquad k = \frac{P}{SV^2\gamma}, \qquad \gamma_1^2 = \frac{s}{S},$$

où F est la traction en kilogrammes nécessaire pour maintenir l'aéroplane sur une trajectoire dont l'inclinaison est α avec une vitesse de V mètres par seconde, P est le poids en kilogrammes, S la surface portante en mètres carrés, s la surface fictive qui, englobant toutes les résistances passives, résiste à l'avancement; enfin γ est l'angle d'attaque et γ_1 l'angle d'attaque optimum qui, lorsque l'aéroplane n'a pas de moteur, permet la portée la plus grande.

Dans ce cas $F = 0$ et $\alpha = -2\gamma_1$, la pente obtenue donne donc cet

(1) Remarquons que le procédé des manèges doit donner des valeurs trop petites, car, au bout de peu de temps, il met toute la masse d'air en gyration.

(2) Nous l'avons indiqué, en détail, dans la *Revue d'Artillerie* d'octobre et novembre 1905.

angle d'attaque, V se chronomètre et $\frac{P}{S}$ est connu par construction. On peut donc calculer une valeur moyenne de k et l'on obtient s par surcroît. Cette valeur de s permet de classer les aéroplanes au point de vue de la facilité à pénétrer dans l'air.

Les données tirées des expériences de Lilienthal citées au début de cette Note fournissent $k = 0,4$; les expériences de Chamite avec $P = 82^{kg}$; $S = 12^{m^2},5$; $V = 7^m,50$; $\gamma = 9°,50$ fournissent $k = 0,68$ et les miennes avec $P = 135^{kg}$; $S = 30^{m^2}$; $V = 7^m,50$; $\gamma = 6°,30$ fournissent (¹) 0,7.

Si donc on compare la formule $0,07\,SV^2$ qui mesure, d'après les plus récentes expériences, la résistance d'un plan se déplaçant orthogonalement, avec la formule $kSV^2 \sin\gamma$ se rapportant à un aéroplane où $k = 0,7$ et $\sin\gamma = 0,1$, on voit qu'il y a *identité* et l'on est tenté de conclure :

Qu'une surface se meuve orthogonalement ou presque tangentiellement à sa trajectoire, la résistance que l'air lui oppose est la même.

Bien entendu, cette proposition n'a nullement la rigueur d'un théorème mathématique, car elle ne peut avoir lieu que pour certains aéroplanes « très fins », mais elle met en lumière un phénomène singulier et justifie les travaux et les espérances des aviateurs passés qui ont toujours eu le « sentiment » très vif que « l'air portait beaucoup plus qu'on ne croyait ».

Quoi qu'il en soit, les prochaines expériences ne peuvent manquer de fixer mieux la valeur du coefficient k attribuable à chaque type d'appareil, et ce qui précède peut déjà permettre aux inventeurs d'établir des projets en partant d'une valeur moyenne du coefficient de la résistance de l'air pour les aéroplanes plus favorable que par le passé.

PHYSIQUE. — *Sur la polarisation rotatoire magnétique aux environs des bandes d'absorption. Pouvoir rotatoire magnétique des cristaux à la température de l'air liquide.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

Les indices de réfraction de deux vibrations circulaires inverses, dans un corps isotrope ou un cristal uniaxe soumis à un champ magnétique R

(¹) Pour le calcul du coefficient attribuable à l'aéroplane XIV *bis* de Santos-Dumont, il faut faire appel à la théorie de l'hélice. Nous avons fait le calcul (*Revue d'Artillerie*, décembre 1906) et l'on trouve $k = 0,3$, $S = 1^{m^2},50$. Cet aéroplane est très résistant, cela doit provenir des cellules qui ne laissent pas l'air s'écouler normalement.

parallèle au faisceau et à l'axe optique, sont donnés par la formule [1]

$$(1) \qquad n_{\pm}^2(1 - \varkappa_{\pm}^2) = 1 + \sum \frac{\varepsilon_h \vartheta^2(\vartheta^2 - \vartheta_{oh}^2 \pm c_h R\vartheta)}{(\vartheta^2 - \vartheta_{oh}^2 \pm c_h R\vartheta)^2 + \vartheta_h'^2 \vartheta^2},$$

$2\pi\vartheta$ est la période de la lumière, $\varkappa$ le coefficient d'absorption, ε_h, ϑ_{oh}, ϑ'_h, c_h des paramètres qui dépendent de la substance et d'une bande d'absorption déterminée.

L'inégalité d'absorption des deux vibrations circulaires transforme une vibration rectiligne en une vibration elliptique : la rotation χ du grand axe, au travers d'une épaisseur l de la substance, est donnée par la formule

$$(2) \qquad \chi = \frac{l}{2v\vartheta}(n_- - n_+) = \frac{l}{4v\vartheta n}(n_-^2 - n_+^2),$$

v désignant la vitesse de la lumière dans l'éther et n l'indice *moyen*.

a. Dans l'expression de χ remplaçons n_-^2 et n_+^2 par leurs valeurs, en négligeant $\varkappa^2$ devant 1 ; mettons en évidence les termes qui correspondent à une bande particulière $\lambda_h = 2\pi v \vartheta_{oh}$, et désignons par S la somme des termes renfermant les paramètres qui dépendent des autres bandes :

$$(3) \qquad \chi = \chi_h + \chi' \begin{cases} \chi_h = \dfrac{l\vartheta^2 R}{2vn} \dfrac{\varepsilon_h c_h[(\vartheta^2 - \vartheta_{oh}^2)^2 - c_h^2 R^2\vartheta^2 - \vartheta_h'^2\vartheta^2]}{[(\vartheta^2 - \vartheta_{oh}^2)^2 + c_h^2 R^2\vartheta^2 + \vartheta_h'^2\vartheta^2]^2 - 4(\vartheta^2 - \vartheta_{oh}^2)^2 c_h^2 R^2 \vartheta^2}, \\ \chi' = \dfrac{l\vartheta^2 R}{2vn} S. \end{cases}$$

1° χ_h est une rotation qui résulte du changement de période, dans le champ magnétique, des électrons produisant la bande considérée. M. W. Voigt a étudié les variations de cette rotation qui est de même sens de part et d'autre des périodes $2\pi(\vartheta_{oh} \pm \sqrt{c_h^2 R^2 + \vartheta_h'^2})$ et de sens contraire entre ces deux périodes ;

2° Le terme χ' représente la rotation provenant de l'action du champ sur les autres bandes. *Cette rotation χ' est modifiée par la dispersion anomale due à la bande considérée,* puisqu'elle est inversement proportionnelle à l'indice moyen n.

Supposons que la bande ϑ_{oh} ne paraisse pas sensible au champ (c_h extrêmement petit), mais qu'elle produise une forte dispersion anomale ; la rotation χ_h pourra être plus faible que les variations de χ'. Dans ces condi-

[1] W. VOIGT, *Ann. de Phys.*, t. LXVII, 1899, p. 345 ; t. VI, 1901, p. 784 ; t. VIII, 1902, p. 872.

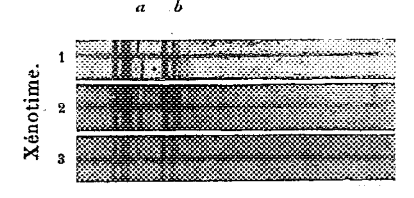
tions, la valeur absolue de χ' augmentant lorsque l'indice diminue, la courbe de dispersion rotatoire devra subir une perturbation de même forme que la courbe de dispersion anomale, mais *de sens inverse*.

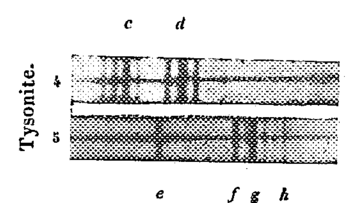
Suivant les valeurs relatives des variations de χ_h et de χ' on doit donc observer, de part et d'autre d'une bande d'absorption, des perturbations soit de même sens, soit de sens contraires dans la loi de dispersion rotatoire.

b. Dans une Note récente (25 février), j'ai montré qu'aux basses températures les bandes d'absorption des cristaux deviennent plus nettes et souvent se résolvent en plusieurs composantes. Lorsque la température s'abaisse, *les* ϑ_{oh} *et* c_h *ne changent pas, mais les* ϑ'_h *diminuent*. Si l'on suppose que les ε_h ne changent pas, ce qui est vraisemblable, car les bandes (sauf des exceptions assez rares) deviennent plus fortes en même temps que plus fines, il résulte des formules précédentes que le pouvoir rotatoire et ses variations aux environs des bandes doivent augmenter lorsque la température diminue.

Ces vues théoriques ont pu être vérifiées expérimentalement :

1° On sait que les cristaux de xénotime, dont les bandes sont très sensibles à l'action du champ, se comportent comme les vapeurs présentant l'effet Zeeman, et possèdent un pouvoir rotatoire de même sens de chaque côté d'une bande et de sens contraire à l'intérieur ([1]). A la température de —190°, la grandeur du phénomène devient considérable; la figure 1 (deuxième spectre, réseau Rowland) représente les spectres de





deux vibrations circulaires inverses dans un champ de 12300 gauss, et la figure 2 la polarisation rotatoire magnétique, mise en évidence en plaçant devant la fente du spectroscope un rhomboèdre de spath qui donne deux images juxtaposées polarisées à 45° de la vibration incidente. La figure 3 montre les dislocations de la frange noire obtenue dans le spectre en disposant contre la fente un compensateur de Babinet orienté, entre deux nicols croisés, de manière que la frange centrale soit normale à la fente, et précédé d'une lame quart d'onde qui transforme deux vibrations circulaires en deux vibrations rectilignes parallèles aux directions principales du compensateur. Les déplacements de la frange mesurent le pouvoir rotatoire. La frange et les

([1]) Jean Becquerel, *Comptes rendus*, 21 mai et 10 décembre 1906.

composantes de la bande *a* ($\lambda = 522,1$) forment une courbe en V très remarquable.

2° Les figures 4 et 5 (premier spectre du réseau) se rapportent à la tysonite dont le pouvoir rotatoire *négatif,* considérable dans tout le spectre, *est près de quatre fois plus grand à* — 190° *qu'à la température ordinaire.* La rotation atteint 90° pour $\lambda = 427^{\mu\mu}$, avec une épaisseur de $1^{mm},87$ et pour un champ de 12300 gauss. De chaque côté des bandes *sensibles* la frange noire présente une très légère perturbation de même sens (*fig.* 5, *h*, $\lambda = 523^{\mu\mu},4$). Au contraire, auprès de la bande $578^{\mu\mu}$ (*fig.* 4, *d*) *non sensible,* mais extrêmement intense, les perturbations sont de *sens opposés* des deux côtés, la rotation diminuant en valeur absolue lorsque l'indice augmente. Les bandes fortes *c* (*fig.* 4) et *g* (*fig.* 5) présentent, avec moins de netteté, le même phénomène.

Ces résultats fournissent une importante justification des conclusions théoriques.

PHYSIQUE. — *Théorie du rayonnement des manchons à incandescence.* Note de M. **Foix**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que des traces d'oxyde de cérium (0,008), intimement mélangées à l'oxyde de thorium incandescent augmentent considérablement son rayonnement lumineux sans modifier son rayonnement infra-rouge.

Le dernier de ces deux résultats se comprend; l'autre est, *a priori,* paradoxal.

Les choses s'expliquent cependant aisément :

En effet, d'après M. Rubens (¹), le pouvoir émissif lumineux d'un manchon à oxyde de thorium est nul. A chaud (1530°) le coefficient de réflexion diffuse d'un manchon Auer est très faible dans le bleu, plus grand, quoique inférieur à l'unité, dans le rouge. Il doit en être de même avec un manchon à oxyde de thorium pur. Par conséquent, l'absorption relative par unité d'épaisseur ou pouvoir absorbant élémentaire de l'oxyde de thorium divisé est nul. L'oxyde de thorium est donc transparent. Une expérience de M. Féry (²) démontre qu'il est bien moins diathermane. Nous nous réservons d'ailleurs de vérifier directement ces résultats.

Le pouvoir émissif lumineux d'un manchon à oxyde de cérium diffère peu de 1. Le coefficient de réflexion diffuse de ce corps est donc à peu près

(¹) *Journal de Physique,* 4ᵉ série, t. V, 1906, p. 323 et suiv.

(²) *Annales de Chimie et de Physique,* 7ᵉ série, t. XXVII, 1902, p. 528.

nul, son pouvoir absorbant élémentaire est élevé : L'oxyde de cérium est un corps très absorbant, surtout pour les radiations lumineuses.

Lorsqu'on ajoute progressivement de l'oxyde de cérium à l'oxyde de thorium on augmente le pouvoir absorbant élémentaire du mélange, proportionnellement à l'oxyde ajouté. Dès lors, la lumière transmise par un manchon, fait de ce mélange, ne tarde pas à être négligeable. En effet, elle diminue comme les termes d'une progression géométrique décroissante lorsque augmente le pouvoir absorbant élémentaire, c'est-à-dire le taux d'oxyde de cérium. Du reste, la raison de cette progression croît elle-même en progression géométrique avec l'épaisseur de la masse diffusante.

Donc pratiquement lorsque le taux d'oxyde de cérium dépasse une certaine limite très faible, l'absorption de la lumière qui pénètre dans le manchon est totale : Le maximum du pouvoir absorbant ou celui du pouvoir émissif, E, qui lui est égal, a pour valeur

$$E = 1 - D, \tag{1}$$

D étant le coefficient de réflexion diffuse à la surface du manchon à oxydes mélangés.

Dans le cas général un calcul simple montre que le pouvoir émissif a pour expression

$$E = (1 - D)\,\frac{1 - e^{-\alpha x}}{1 - D\,e^{-\alpha x}}, \tag{2}$$

D étant toujours le coefficient de réflexion diffuse, α le pouvoir absorbant élémentaire, x l'épaisseur d'une lame du mélange des oxydes en question, lame à émission diffuse dont la masse est très divisée.

Avec le mélange Auer, nous savons, d'après M. Rubens, que D est très petit dans le bleu et beaucoup plus fort dans le rouge. Par conséquent, si la relation (1) s'applique, E doit être voisin de 1 dans le bleu et très petit dans le rouge.

Ces résultats sont d'accord avec les valeurs des pouvoirs émissifs du manchon Auer que donne le même auteur.

Cependant le pouvoir émissif rouge de ce manchon, très faible (0,062), semble indiquer que la relation (1) n'est plus vraie. Le fait suivant le montre encore : après un long usage, la lumière donnée par un manchon Auer tourne au vert. Le rouge s'éteint donc par suite d'une volatilisation légère de l'oxyde de cérium.

On éviterait ces deux inconvénients en augmentant le taux d'oxyde de cérium.

On ne le fait pas parce que la condition essentielle d'une bonne émission lumineuse est de conserver au manchon Auer la haute température d'incandescence (1530°) d'un manchon à oxyde de thorium. Cette température élevée est due à la faible émission totale de cet oxyde, émission qui est surtout infra-rouge. Il faut donc que le mélange Auer garde à peu près la même émission infra-rouge qui, malgré tout, est encore la majeure partie de son émission totale. Le rayonnement infra-rouge d'un manchon à oxyde de cérium, construit comme le manchon Auer avec des solutions d'azotate à 25 pour 100, étant environ dix fois celui d'un manchon à oxyde de thorium, $\frac{1}{100}$ du premier corps ajouté au second résout à peu près le problème : cela parce que les propriétés émissives des oxydes mélangés sont plus comparables dans l'infra-rouge que dans la région lumineuse.

La relation (2), appliquée à l'oxyde de cérium, conduit à une conséquence curieuse : nous augmentons le rayonnement lumineux de cet oxyde en le diluant, c'est-à-dire en réduisant dans un même rapport le pouvoir absorbant élémentaire, α, de chaque radiation. D'après la relation (2) on doit pouvoir arriver au même résultat, en réduisant l'épaisseur, x, de la masse rayonnante, sans la diluer.

C'est ce que l'expérience, tentée par mon professeur M. Muller et par moi, confirme très bien :

Deux petits morceaux de gaze en coton sont imbibés d'une solution d'azotate de cérium à 25 pour 100. L'un des morceaux de gaze est exprimé entre des doubles de papier buvard. Les deux morceaux sont séchés, puis incinérés dans le même brûleur : le squelette de la gaze exprimée émet une lumière plus blanche et plus vive que celle de l'autre.

L'oxyde de thorium est donc théoriquement inutile; pratiquement il est indispensable car il sert de corps à l'oxyde de cérium dont le squelette, à l'état pur et sous une trop faible épaisseur, serait trop ramassé et trop fragile comme cela se produit dans l'expérience précédente.

PHYSIQUE. — *Influence de la température ambiante sur l'intensité lumineuse d'une lampe à incandescence électrique.* Note de MM. F. LAPORTE et R. JOUAUST, présentée par M. J. Violle.

Au cours de recherches entreprises au Laboratoire central d'Électricité sur les étalons lumineux et l'influence des différentes conditions atmosphériques (humidité de l'air, température), nous avons été amenés à essayer si la température ambiante avait une action mesurable sur les constantes physiques d'une lampe à incandescence électrique et, en particulier, sur son intensité lumineuse.

Une lampe à incandescence, consommant environ 4 watts par bougie, a été placée dans une étuve munie d'une paroi transparente. Un photomètre était placé à une distance fixe de l'étuve, et l'équilibre des éclairements sur l'écran du photomètre était obtenu par déplacement de la lampe étalon. De grandes précautions ont été prises pour maintenir constante la différence de potentiel aux bornes des lampes; elle était mesurée au potentiomètre. Pour que la variation de la température n'influe pas sur les résistances des contacts, les fils amenant le courant ou servant à la mesure de la différence de potentiel ont été soudés sur les paillettes du culot même des lampes.

L'éclairement et l'intensité du courant dans la lampe ont été mesurés dans les conditions suivantes :

1° Avec l'étuve froide à la température de 15° environ;
2° Pendant l'échauffement de l'étuve;
3° La température de l'étuve étant maintenue à 115°;
4° Pendant le refroidissement de l'étuve;
5° Avec l'étuve complètement refroidie à la température de 15° environ.

Les éclairements mesurés ont été reconnus comme pratiquement constants, la plus grande variation n'atteignant pas $\frac{1}{100}$ entre les mesures extrêmes.

L'intensité du courant à travers la lampe, mesurée dans les conditions expérimentales précédentes, a été reconnue constante à $\frac{1}{2000}$ près de sa valeur.

Ces résultats nous ont semblé intéressants à signaler, certains expérimentateurs ayant observé une variation de $\frac{1}{1000}$ par degré de la température ambiante pour l'intensité lumineuse d'une lampe à incandescence.

D'ailleurs, si l'on applique au filament d'une lampe à incandescence les

lois du rayonnement, on peut chercher par le calcul l'accroissement de la température du filament produite par la variation de la température ambiante de 100° qui nous a servi dans cet essai.

En admettant, pour la température absolue du filament de la lampe à incandescence T = 1800° C., la loi de Stefan pour le rayonnement intégral

$$\text{Rayonnement intégral} = K(T^4 - T_0^4),$$

et la formule qui d'après M. Guillaume représente, d'après les travaux de Lummer et Kurlbaum, l'éclat du corps noir

$$\text{Éclat} = K' T^3 (T - 650)^7,$$

on trouve, en égalant l'énergie rayonnée dans les deux cas par la lampe à incandescence, que la température du filament augmente de 0°,5 C. quand la température ambiante augmente de 100°.

Dans ces conditions l'intensité lumineuse augmenterait de $\frac{4}{1000}$ pour 100° de variation, ce qui n'était pas observable dans les conditions expérimentales où nous avons opéré.

OPTIQUE. — *Sur les cannelures supplémentaires des spectres produits par les réseaux parallèles.* Note de M. **Georges Meslin**, présentée par M. Mascart.

M. Garbe a montré que l'on pouvait, dans l'expérience des réseaux parallèles, distinguer les franges *de l'ouverture* des franges *d'interférence* de la façon suivante : on incline la fente en la faisant pivoter dans un plan parallèle aux réseaux ; les franges de l'ouverture restent verticales, tandis que, d'une part, les spectres et les raies spectrales s'inclinent comme l'image de la fente et, d'autre part, les franges d'interférence s'inclinent symétriquement en sens contraire.

Lorsqu'on répète cette expérience, en réglant avec soin la netteté des franges et en examinant bien les spectres, on y aperçoit plusieurs autres systèmes de cannelures qui diffèrent des précédentes par leurs distances et leurs inclinaisons.

Ces cannelures, dont je joins des photographies à la présente Note, peuvent s'expliquer en généralisant la théorie déjà présentée : au lieu de considérer l'interférence des rayons qui ont traversé l'un des réseaux sans subir la diffraction et qui ont été diffractés dans le spectre d'ordre K, soit

par le premier, soit par le second réseau, on peut envisager des combinaisons plus compliquées.

On peut d'abord prendre le rayon qui a subi dans le premier réseau la diffraction d'ordre K' et dans le second la diffraction d'ordre K'' puis étudier son interférence avec celui qui a subi la modification inverse (diffraction d'ordre K'' dans le premier réseau et d'ordre K' dans le deuxième), $K' + K''$ étant égal au numéro d'ordre K du spectre dans lequel on observe le phénomène résultant. C'est ce que nous appellerons pour abréger la *combinaison symétrique* dont nous avons déjà étudié un cas particulier correspondant à $K'' = 0$.

Mais en dehors de cette *combinaison symétrique* on peut envisager le cas le plus général où l'on groupe ensemble les deux rayons suivants qui interfèrent dans le spectre d'ordre K : d'une part, le rayon qui a subi sur le premier réseau la diffraction d'ordre K_1 et sur le deuxième la diffraction d'ordre $K - K_1$ et d'autre part le rayon qui, dans le premier réseau, s'est diffracté vers le spectre d'ordre K'_1 pour éprouver, dans le second, la diffraction d'ordre $K - K'_1$. Les équations relatives à ces deux rayons sont :

Pour le premier.	Pour le second.
$\sin i + \sin r_1 = K_1 N\lambda,$	$\sin i + \sin r'_1 = K'_1 N\lambda,$
$-\sin r_1 + \sin r = (K - K_1) N\lambda,$	$-\sin r'_1 + \sin r = (K - K'_1) N\lambda,$

équations qui se réduisent à trois, puisque, groupées deux à deux, elles fournissent la condition $\sin i + \sin r = KN\lambda$ qui prouve, d'ailleurs, que les deux rayons en question sortent parallèlement et peuvent alors interférer.

Il faut ensuite calculer le retard relatif des deux rayons aptes à se combiner et choisir, de façon à satisfaire à une loi qui n'est autre que la généralisation de la condition d'homologie indiquée par M. Garbe.

Si alors on désigne par ε l'angle que fait avec la normale aux réseaux la droite qui joint deux points associés, on trouve pour expression du retard

$$e \sin i (\operatorname{tang} r'_1 - \operatorname{tang} \varepsilon) + e \sin r (\operatorname{tang} r_1 - \operatorname{tang} \varepsilon) + \frac{e}{\cos r'_1} - \frac{e}{\cos r_1}.$$

La condition d'interférence correspondant à une cannelure noire sera donc exprimée par l'équation

$$e \sin i \operatorname{tang} r'_1 + e \sin r \operatorname{tang} r_1 + \frac{e}{\cos r'_1} - \frac{e}{\cos r_1} - e(\sin i + \sin r) \operatorname{tang} \varepsilon = \frac{(2p-1)\lambda}{2}.$$

Cette relation donne, avec les trois précédentes, quatre équations entre

lesquelles on peut éliminer r_1, r'_1 et λ, de façon à pouvoir calculer r en fonction de ε, de K, de N, de e et de p.

On obtient finalement dans le cas des angles assez petits

$$(1)\quad \begin{cases} r = \dfrac{2p-1}{eN}\,\dfrac{K}{K^2-(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)} \\ \quad + 2\varepsilon\,\dfrac{K^2}{K^2-(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)} + i\,\dfrac{K^2+(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)}{K^2-(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)}. \end{cases}$$

La discussion de cette formule nous permettra d'énoncer les lois relatives aux différents systèmes de cannelures de même que la formule simple

$$r = \frac{2p-1}{eN}\,\frac{1}{K} + 2\varepsilon + i = (2p-1)\frac{\varphi}{K} + 2\varepsilon + i$$

dont elle est la généralisation, nous a donné les lois relatives aux cannelures ordinaires ([1]) que, pour abréger, nous appellerons *franges normales*.

Étudions d'abord ce qui se produit dans les *combinaisons symétriques* caractérisées par $K = K_1 + K'_1$: une des parenthèses devient nulle et l'on retombe sur la formule correspondant aux franges normales; ainsi pour toute *combinaison symétrique* les franges ont la même apparence que celles qu'on a déjà étudiées : toutefois, elles ne se superposent pas à celles-ci, elles s'y juxtaposent seulement, à cause de la variation de ε; *ce n'est donc pas au cas d'une combinaison symétrique qu'il faut avoir recours pour expliquer les cannelures supplémentaires qui se distinguent des premières par leurs distances et leurs inclinaisons.*

Pareille coïncidence a lieu si $K = K_1 - K'_1$:

1° L'étude du premier terme de la formule (1) nous fournit les mêmes lois que précédemment pour l'influence de la distance e des réseaux et de la période $\frac{1}{N}$; mais la loi relative à l'écartement des franges est modifiée; leur intervalle angulaire correspond à

$$2\varphi\,\frac{K}{K^2-(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)} \quad \text{au lieu de} \quad \frac{2\varphi}{K}$$

qui ne deviennent identiques que si $K = K_1 - K'_1$ ou si $K = K_1 + K'_1$.

En observant, dans le spectre d'ordre K, des franges m fois plus espacées que les franges normales, on aura une équation

$$\frac{K^2}{K^2-(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)} = m$$

([1]) *Comptes rendus*, 11 février 1907.

qui fera connaître une relation entre K_1 et K'_1; en tenant compte de ce que ces nombres sont entiers, on sera renseigné sur l'origine de ces franges.

2° Le second terme donne les lois relatives au déplacement transversal des réseaux : si ε augmente de φ, r augmente de $2\varphi\frac{-K^2}{K^2-(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)}$, ce qui correspond encore à une frange dans le premier spectre, à K franges dans celui d'ordre K.

3° Enfin, le dernier terme fournira les lois relatives au déplacement transversal de la fente ou à sa rotation dans les conditions indiquées :

Au lieu de $dr = di$, on a ici

$$dr = di\frac{K^2+(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)}{K^2-(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)}$$

qui permet de calculer les inclinaisons des différents systèmes et de rechercher de même leur origine par la mesure du rapport q des inclinaisons par rapport aux franges normales symétriques de la fente

$$\frac{K^2+(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)}{K^2-(K-K_1+K'_1)(K-K_1-K'_1)} = q.$$

Les deux équations en m et en q montrent d'ailleurs que ces deux phénomènes, distance anormale et inclinaison anormale, sont connexes puisqu'on a la condition $q = 2m - 1$, facile à obtenir par élimination.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le rôle et la nature de la décharge initiale (trait de feu) dans l'étincelle électrique.* Note de M. **G.-A. Hemsalech**, présentée par M. G. Lippmann.

L'augmentation de la self-induction du circuit de décharge d'un condensateur est accompagnée de changements très marqués dans l'aspect et le spectre d'une étincelle placée dans ce circuit (¹). A partir d'une certaine valeur de la self-induction les raies de l'air, dues à la décharge initiale, disparaissent complètement.

Sans self-induction le trait de feu est très lumineux par rapport aux oscillations qui suivent et une grande partie de l'énergie mise en jeu dans la décharge est nécessaire pour sa production. L'intervalle entre la décharge initiale et la première oscillation est toujours un peu plus grand que les intervalles entre les oscillations mêmes, comme l'a montré M. Tissot (²).

(¹) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 285, et t. CXXXII, 1901, p. 917.

(²) Tissot, *Thèses de doctorat*, Paris, 1905, p. 77-80.

L'amortissement des oscillations est considérable et l'on ne peut que difficilement obtenir plus qu'une dizaine dans une même décharge.

Mais si, en augmentant la self-induction, on dépasse un certain *point critique,* le caractère de la décharge initiale change brusquement : elle devient très faible et une quantité minime d'énergie suffit pour sa production, de sorte que presque toute l'énergie de la décharge du condensateur est mise à profit des oscillations.

Ces dernières deviennent alors très énergiques; l'amortissement est beaucoup moins grand que dans le cas précédent et l'on peut facilement obtenir de 30 à 40 oscillations dans une même décharge. L'intervalle qui sépare la décharge initiale de la première oscillation est maintenant infiniment plus petit que l'intervalle entre deux oscillations successives et, si l'on continue à augmenter la self-induction, cet intervalle ainsi que l'éclat de la décharge initiale restent constants et seules les oscillations sont influencées. L'intervalle entre la décharge initiale et la première oscillation est de moins de 10^{-5} seconde.

En me servant de la méthode photographique (1) (pellicule mobile) et de celle du courant d'air (2), j'ai constaté que la valeur de la self-induction qui correspond au point critique est vers 0,001 henry. Elle semble être indépendante de la capacité et de la longueur de l'étincelle (comprise entre 1^{mm} et 8^{mm}).

Pour rechercher l'origine de la décharge initiale obtenue au delà du point critique j'ai fait l'expérience suivante : un condensateur C (*fig.* 1) d'une capacité variable de 0,001 à 0,02 microfarad se décharge à travers une self-induction (variable de 0,001 à 0,04 henry) et donne lieu à une étincelle entre les électrodes E et E'.

Un petit condensateur *c* en dérivation sur les électrodes permet de faire varier la capacité de ces dernières. L'examen des étincelles obtenues ainsi entre E et E' m'a montré que la décharge initiale est uniquement mais sensiblement influencée par le petit condensateur *c*; son éclat augmente considérablement avec l'augmentation de la capacité de *c*, mais il est indépendant de la capacité du condensateur principal C et de la self-induction du circuit. Quant aux oscillations on constate une légère diminution d'éclat avec l'augmentation de la capacité de *c* provenant évidemment de ce qu'une partie de l'énergie de la décharge est absorbée par le petit condensateur *c*. Mais la fréquence d'oscillation n'est aucunement influencée par la capacité de *c*, même en augmentant cette dernière jusqu'à 0,0003 microfarad. Cette expérience nous montre que la décharge initiale obtenue dans les conditions énumérées est une étincelle pro-

---

(1) HEMSALECH, *Thèses de Doctorat,* Paris, 1901, p. 15.

(2) *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 1103.

duite par la décharge des électrodes seules et que son caractère dépend uniquement de la capacité de ces dernières.

La self-induction du circuit de décharge d'un condensateur est donc la

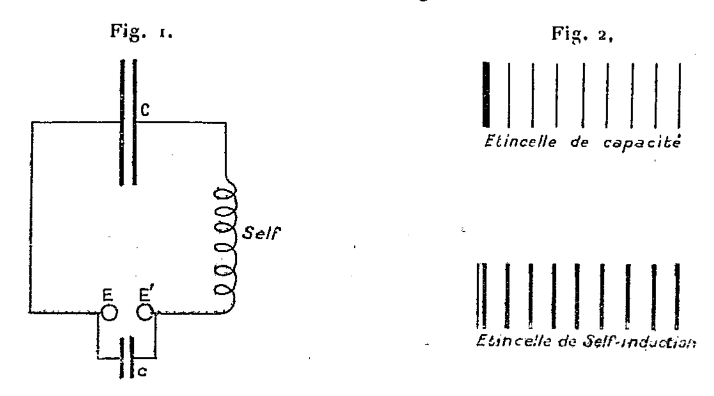


Fig. 1. Fig. 2.

cause déterminante de deux phénomènes bien distincts : l'un que j'appellerai *l'étincelle de capacité* et l'autre *l'étincelle de self-induction*. L'aspect de ces deux phénomènes, qui ont été obtenus sur pellicule mobile, est représenté schématiquement par la figure 2.

Il résulte de ce qui précède que dans le cas de l'étincelle de capacité la décharge initiale constitue la première décharge du condensateur; tandis que *dans le cas de l'étincelle de self-induction la décharge initiale est constituée par une étincelle produite par la décharge des électrodes de la capacité desquelles elle dépend et elle sert uniquement à préparer le passage aux oscillations de la décharge du condensateur.*

ÉLECTROCHIMIE. — *Formation du gaz ammoniac à partir de ses éléments sous l'action de l'étincelle électrique : influence de la pression.* Note (¹) de MM. E. **Briner** et E. **Mettler**, présentée par M. G. Lemoine.

La synthèse de l'ammoniaque par l'action de décharges électriques sur un mélange d'azote et d'hydrogène a déjà été étudiée par Morren (²), Sainte-Claire Deville (³), Berthelot (⁴), Hemptinne (⁵), etc. On ne con-

(1) Présentée dans la séance du 11 mars 1907.

(2) *Comptes rendus*, t. LII, p. 527.

(3) *Comptes rendus*, t. LX, p. 317.

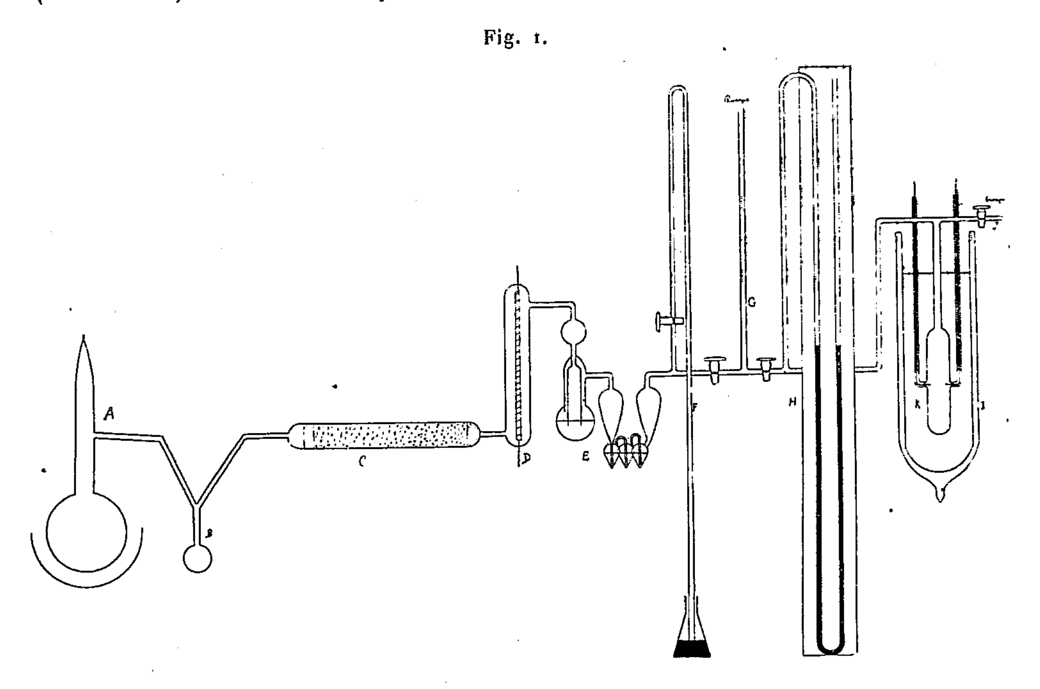
(4) *Bull. Soc. ch.*, t. XXVI, 1876, p. 101, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXI, p. 385.

(5) *Bull. Acad. Belg.*, 1902, p. 28.

naît cependant pas encore le rôle exact des divers facteurs, tels que : pression, régime électrique, température, distance des électrodes, etc., qui influent sur le rendement. Nous avons repris, à ce point de vue, l'étude de cette question : les travaux actuels sur la fixation de l'azote lui donnent un intérêt particulier.

La concentration du gaz ammoniac formé en vase clos, sous l'action de l'étincelle, atteint assez rapidement, à la température ordinaire, une limite peu élevée (3 à 4 pour 100, d'après une de nos expériences), par suite de l'action destructive des décharges électriques sur l'ammoniaque. Pour transformer une fraction plus importante, nous avons soustrait à cette destruction l'ammoniaque formée, en plongeant le tube laboratoire *dans l'air liquide*. On constitue ainsi un système chaud-froid grâce auquel l'ammoniaque se dépose, au fur et à mesure de sa formation, en neige à tension de vapeur négligeable. En partant d'un mélange répondant à la formule ($N^2 + 3H^2$), nous avons pu réaliser un vide presque complet dans l'ap-

Fig. 1.



pareil, par la seule action synthétique de l'étincelle. La figure 1 représente le dispositif qui a été utilisé pour ces recherches.

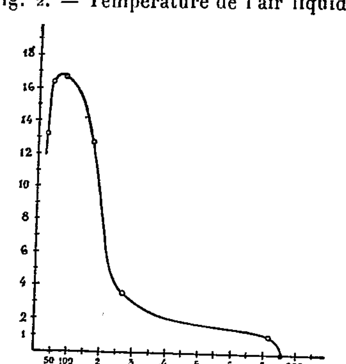
Le mélange ($N^2 + 3H^2$) a été préparé d'après une méthode déjà employée dans ce laboratoire : le gaz NH^3 est dégagé d'un mélange de chaux et de chlorure d'ammo-

nium contenu dans le ballon A; il est ensuite desséché sur la baryte anhydre et décomposé dans le tube D au moyen d'une spirale de fer de platine ou de nickel, portée au rouge par un courant électrique (avec le nickel, la décomposition est plus rapide); le mélange gazeux est débarrassé de la petite quantité d'ammoniaque qu'il contient encore, par barbotage dans l'acide sulfurique (E); il se rend enfin dans le tube laboratoire K, pourvu de deux électrodes de platine et en relation avec le manomètre à mercure H. Les différentes pièces de cet appareil, soudées verre contre verre, présentent ainsi une étanchéité parfaite. Les électrodes sont placées sur le circuit secondaire d'une bobine de Ruhmkorff dont le primaire, alimenté par un courant alternatif de 47 périodes, renferme un interrupteur de Wehnelt. Le réglage s'effectue par la manœuvre de rhéostats, et l'énergie consommée peut être lue sur un compteur-wattmètre intercalé dans le circuit primaire. Connaissant l'énergie totale et la répartition des voltages le long du circuit primaire, il est facile d'évaluer l'énergie consommée aux bornes du primaire de la bobine. C'est à cette dernière quantité d'énergie que nous avons rapporté les rendements obtenus; il est à remarquer cependant qu'elle est sensiblement supérieure à celle réellement absorbée par le travail de l'étincelle.

Les quantités de gaz ammoniac formé se déduisent des dénivellations observées sur le manomètre; la proportion x de gaz NH^3 produit est donnée par la relation $x = 100\left(1 - \frac{p}{p'}\right)$, où p et p' désignent respectivement les pressions initiale et finale ramenées à la même température.

Nous avons déterminé l'*influence de la pression* sur le rendement en gaz ammoniac (entre 20^{mm} et 800^{mm} de pression de mercure). Nos résultats sont représentés par la figure 2, où les pressions sont portées en abscisses,

Fig. 2. — Température de l'air liquide.



et les quantités d'ammoniaque formée, en ordonnées. On voit que la courbe présente un maximum très accentué correspondant à une pression voisine de 100^{mm}; à cette pression, le rendement, évalué comme nous l'avons in-

diqué, est de $0^g,17$ de gaz NH^3 par kilowatt-heure. Nous ne pouvons encore préciser exactement la cause de ce maximum. Il est certain qu'une élévation de pression, augmentant la concentration des gaz, doit, toutes choses égales d'ailleurs, accélérer la réaction; on sait, d'autre part, que la conductibilité électrique des gaz diminue sous des pressions croissantes: il y a donc là deux causes agissant en sens inverse et pouvant donner lieu à un maximum. Si, cependant, par suite du changement de pression, l'énergie dépensée entre les électrodes ne représentait pas toujours une même fraction de l'énergie mesurée au primaire (qui seule a été prise en considération), il faudrait également attribuer un rôle à ce fait dans l'existence d'un maximum.

GÉOLOGIE. — *Sur l'âge des terrains calcaires des environs d'Athènes.* Note de M. **Const.-A. Ktenas**, présentée par M. Albert Gaudry.

Le système des *schistes d'Athènes* sur lequel est bâtie la ville se compose de grauwackes et surtout de schistes argileux, ces derniers prenant une structure d'autant plus cristallophyllienne qu'ils se rapprochent de l'Hymette. Ce système est surmonté d'une couche de calcaires et de marbres gris clair qui constituent en grande partie les collines entourant la ville: le Tourkovounia, le Lycabète, l'Acropole, etc. Les schistes deviennent marneux au contact des calcaires, comme l'ont reconnu MM. Bücking et Nasse (*Zeitschr. d. d. geol. Ges.*, 1881, p. 118 et 1882, p. 151).

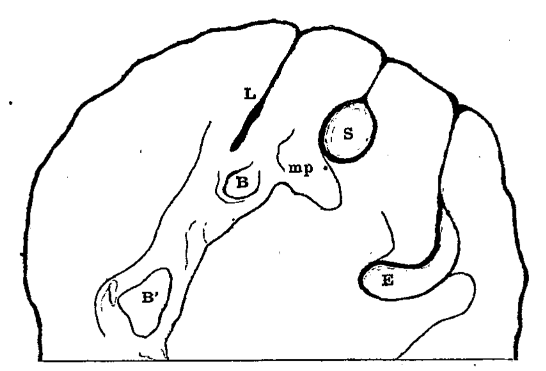
C'est le grand développement des calcaires crétacés dans les contrées avoisinantes de l'Attique qui a amené les éminents géologues MM. Gaudry, Neumayr et d'autres à considérer cette couche calcaire d'Athènes comme crétacique.

Nos connaissances n'ont pas avancé depuis; ces assises sont pourtant, en quelques endroits, riches en rudistes, ce qui nous permet non seulement de vérifier l'hypothèse desdits géologues, mais encore de déterminer l'étage auquel elles appartiennent.

Comme gisement de fossiles caractéristiques, il faut citer en première ligne le versant ouest de la colline au sud de l'abattoir; c'est là que la couche calcaire possède sa moindre cristallinité, et où par conséquent elle se décompose plus rapidement qu'ailleurs, laissant relativement en bon état les Hippurites. Ce gisement est caractérisé par une espèce associée à

plusieurs débris d'autres fossiles qui ne sont pas déterminables. Elle a les caractères suivants :

L'arête cardinale L est mince et étroite dépassant en longueur le premier pilier; le repli des couches marginales qui la constitue s'élargit à son extrémité et se referme complètement; il s'arrête à peu de distance de la dent postérieure B qui se développe du côté postéro-dorsal, tandis que la dent antérieure B' est placée sur son prolongement.



Coupe d'un *Hippurites atheniensis* de Pélaghia, aux $\frac{2}{3}$.

Quant à l'apophyse myophore *mp*, elle vient se placer entre la dent B et le premier pilier; ce dernier, très développé, est porté sur un pédicule extrêmement fin. Le second pilier E est aussi très finement pédiculé, le pédicule étant à peu près aussi long que le premier pilier. L'arête cardinale et le premier pilier sont parallèles entre eux, mais leur direction fait un angle avec celle du second pilier.

Cet Hippurite appartient donc, d'après ces caractères internes, au groupe de l'*Hipp. giganteus* Douvillé. Par la position des dents et de l'apophyse myophore relativement aux replis de la valve inférieure, cette espèce se rapproche beaucoup de l'*Hipp. gosaviensis* Douvillé, sans qu'on puisse identifier les deux espèces par suite du manque du biseau à l'extrémité de l'arête cardinale dans l'espèce que nous venons de décrire. [H. Douvillé, *Études sur les rudistes* (*Soc. géol. de France, Paléont.*, Mém. 6, p. 24)]. D'autre part, la forme très finement pédiculée du premier pilier contraste nettement avec le pédicule assez robuste du même pilier dans l'*Hipp. Taburnii* (Guiscardi, *Atti d. R. Accad. d. Scienze,* t. II, n° 5, *Pl. I, fig.* 1).

Dans ces conditions, il paraît nécessaire d'attribuer à cette espèce, qui caractérise non seulement les calcaires d'Athènes, mais qui est aussi très répandue, comme nous allons le voir, dans les étages crétacés de Béotie, la dénomination d'*Hipp. atheniensis.*

Outre ce gisement des rudistes dans les calcaires d'Athènes, il faut en citer encore d'autres dans les carrières du Lycabète, où les débris mal conservés de ces fossiles, dans lesquels abondent des espèces de Biradiolites, remplissent complètement certaines couches.

Quant à l'étage du supracrétacé auquel on doit attribuer ces calcaires à *Hipp. atheniensis*, nous ferons remarquer que nous les avons rencontrés avec les mêmes caractères pétrographiques sur la montagne de Ptoon entre le lac Copaïs et le golfe d'Euripe, près du monastère de Pélaghia, en Béotie. Ce sont les carrières situées près ce monastère qui ont, l'année dernière, mis au jour une foule de magnifiques exemplaires d'*Hipp. atheniensis* associés à des Sphærulites et Radiolites; ici pourtant, outre ces fossiles, nous avons signalé dans la même couche calcaire, mais près de Marméko, c'est-à-dire à un niveau un peu inférieur à celui de Pélaghia, la présence d'*Hipp. gosaviensis* (*Hipp. cornu-vaccinum*, selon Zittel). Or on sait que cette espèce caractérise les assises inférieures qui apparaissent sur le flanc nord de la vallée de Gosau, appartenant au Turonien supérieur (Douvillé, *loc. cit.*, p. 196).

Nous sommes ainsi amené à considérer également les assises de Pélaghia ainsi que la couche calcaire d'Athènes comme l'équivalent de l'Angoumien. Cet étage du néocrétacé est aussi caractérisé dans les deux localités par des gîtes de minerais de fer, accompagnés ou non de serpentine, qui affleurent aussi bien aux environs d'Athènes (Daphni) qu'au mont Ptoon.

Enfin il est à mentionner que la présence de l'Angoumien près de Chéronée, en Béotie, est aussi très probable. M. l'ingénieur Chauvin y a recueilli un Hippurite qui paraît identique, d'après la figure communiquée par M. Douvillé (Ouvr. cité, *Pl. XXX, fig.* 8), à l'*Hipp. atheniensis*.

M. **C. Popovici** adresse une Note *Sur deux systèmes d'équations différentielles aux intégrales réciproques*.

(Renvoi à l'examen de M. P. Painlevé.)

M. **Guillermo J. de Guillén Garcia** adresse une Note *Sur un nouveau mode de transmission de dessins et de photographies par le moyen de la télégraphie sans fil*.

M. **N. Slomnesco** adresse une Note intitulée : *Le rôle de l'aldéhyde dans la résinification*.

(Renvoi à l'examen de M. Haller.)

M. L. **Torres** adresse une réclamation de priorité relativement à une Note de M. *Gabet*, publiée dans les *Comptes rendus* du 14 janvier 1907.

(Commissaires : MM. d'Arsonval et Cailletet.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 4 mars 1907.

Notice nécrologique sur Alfred Potier, par Albert de Lapparent. (Extr. du *Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. IV, p. 315, année 1906.) Paris, au siège de la Société; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The record of the celebration of the two hundredth anniversary of the birth of Benjamin Franklin, under the auspices of the American philosophical Society held at Philadelphia for promoting useful knowledge, april the seventeenth to april the twentieth, A. D. nineteen hundred an six; t. I. Philadelphie, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de *The American philosophical Society*.)

L'électricité considérée comme forme de l'énergie. Les notions fondamentales, le potentiel et la quantité d'électricité, par le Lieutenant-Colonel E. Ariès. Paris, A. Hermann, 1906; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. Amagat.)

Philosophie des sciences sociales, par René Worms; III. *Conclusion des sciences sociales*. Paris, V. Girard et E. Brière, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Giard.)

Un dernier mot sur la valeur spécifique du « Vicia serratifolia » Jacquin, par M. D. Clos. (Extr. du *Bulletin de la Société botanique de France*, t. LII, 1905.) Paris, 1 fasc. in-8°.

Découverte et preuve de la pesanteur de l'air (1630). *Essais de Jean Rey, Docteur en médecine;* édition nouvelle avec commentaire, publié par Maurice Petit. Paris, A. Hermann, 1907; 1 vol. in-8°.

Traité des assurances sur la vie, avec développements sur le calcul des probabilités, par M. Broggi, traduit de l'italien par S. Lattès, avec une Préface de M. Achard. Paris, A. Hermann, 1907; 1 vol. in-8°.

La première réunion de la Commission permanente de l'Association internationale de Sismologie, par St.-C. Hepites. (Extr. de la Revue *Ciel et Terre*, t. XXVII, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Die Radau'sche Theorie der Refraktion, von Dr L. de Ball. (Extr. des *Sitzungs-*

berichte der königlichen Akademie der Wissenschaften in Wien, mathematischen naturwissenschaft. Klasse, t. CXV, fasc. II, *a*, novembre 1906.) 1 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 11 MARS 1907.

Henri Moissan. Un portrait accompagné d'une Note biographique, publiés par la *Revue d'Électrochimie et d'Électrométallurgie;* in-8°.

La vie et les travaux de Jean-Rodolphe Perronet, premier ingénieur des Ponts et Chaussées, créateur de l'École des Ponts et Chaussées, par M. DE DARTEIN. Paris, E. Bernard, 1907; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Quelques impressions d'un naturaliste au cours d'une campagne scientifique de S. A. S. le prince de Monaco (1905), par E.-L. BOUVIER. (*Bulletin de l'Institut océanographique,* n° 93.) Monaco; 1 fasc. in-8°.

Sur la huitième campagne de la « Princesse-Alice II », par S. A. S. le prince ALBERT I[er] DE MONACO. (*Bulletin de l'Institut océanographique,* n° 95.) Monaco; 1 fasc. in-8°.

Les grottes de Grimaldi (Baoussé-Roussé); t. I, fasc. 1 : *Historique et description,* par le chanoine L. DE VILLENEUVE; fasc. 2 : *Géologie et Paléontologie,* par MARCELLIN BOULE; fasc. 3 : *Anthropologie,* par le D[r] RENÉ VERNEAU. Imprimerie de Monaco, 1906; 3 fasc. in-4°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Recherches sur l'inflammation électrique des mélanges explosifs d'air et de grisou ou de quelques gaz hydrocarburés, par H. COURIOT et J. MEUNIER. (Extr. du journal *Le Génie civil.*) Paris, 1906; 1 fasc. in-8°.

Icones Mycologicæ, par BOUDIER; série III, livraison 12, renfermant l'explication des planches 219 à 300, et 20 planches numérotées. Paris, Paul Klincksieck, 1907; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société normande d'études préhistoriques; t. XIII, année 1905. Louviers, Eug. Izambert, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Société d'Histoire naturelle d'Autun; 19[e] bulletin. Autun, Dejussieu père et fils; Paris, P. Masson, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

Bulletin international du Bureau central météorologique de France, XLVIII[e] année; 1[er] janvier-16 février 1907. Paris; 1 fasc. in-4°.

Archives de Médecine navale; Recueil publié par ordre du Ministre de la Marine; t. LXXXVII, année 1907, n° 1. Paris, Imprimerie nationale; 1 fasc. in-8°.

Revue de l'Électrochimie et de l'Électrométallurgie; t. I, n[os] 1 et 2, janvier et février 1907. Paris, 2 fasc. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 18 MARS 1907.

Le prince ROLAND BONAPARTE fait hommage d'une série de celles de ses publications qui ne se trouvent pas encore à la Bibliothèque de l'Institut :

Le prince Lucien Bonaparte et sa famille; Ouvrage accompagné de 12 portraits. Paris, E. Plon, Nourrit et C[ie], 1889; 1 vol. in-8°.

Une excursion en Corse. Paris, Georges Chamerot, 1891; 1 vol. in-4°.

Recherches faites sous la direction de M. de Lacaze-Duthiers, à bord du vapeur le Roland, *de la station zoologique de Banyuls-sur-Mer.* (Extr. du *Compte rendu des séances du 3e Congrès international de Zoologie.* Leyde, 16-21 septembre 1895.) 1 fasc. in-8°.

Vie alpestre (*La Nature,* 19 novembre 1904, p. 391-394; 2 gravures dans le texte).

Suriname (*Bibliothèque illustrée des voyages autour du Monde,* n° 19); 1 fasc. in-12.

Présentation par M. de Quatrefages d'un Ouvrage du prince Roland Bonaparte ayant pour titre : « Les habitants de Suriname ». (Extr. du *Procès-verbal de la Société de Géographie,* séance du 5 décembre 1884.) 1 fasc. in-8°.

Les Somalis du Jardin d'Acclimatation (*La Nature,* 20 septembre 1890, p. 247-250; 6 gravures dans le texte).

La Laponie et la Corse; résumé de la Conférence faite le 25 janvier 1889 à la Société de Géographie de Genève. 1 fasc. in-8°.

Hommage rendu à des navigateurs; Note lue à la Société de Géographie le 6 novembre 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Rapport sur le prix William Huber décerné par la Société de Géographie en 1896. Paris; 1 fasc. in-8°.

Rapports sur les prix Barbié du Bocage et Jomard décernés par la Société de Géographie en 1895. Paris; 1 fasc. in-8°.

Les premières nouvelles concernant l'éruption du Krakatau en 1883, *dans les journaux de l'Insulinde.* Paris, 1884; 1 fasc. in-4°.

Assemblées démocratiques en Suisse; Article paru dans le *Figaro* le 28 mai 1890. Paris; 1 fasc. in-12.

Démocratie suisse; Article paru dans l'*Évènement* du 5 juin 1890. Paris, 1 fasc. in-12.

Le lac de Märjelen (*La Nature,* 7 décembre 1899, p. 1-3, 1 gravure; 13 septembre 1890, p. 234).

Les variations périodiques des glaciers français. (Extr. de l'*Annuaire du Club alpin français,* t. XVII, 1890 et t. XVIII, 1891.) Paris; 2 fasc. in-8°.

Mesures des variations de longueur des glaciers de la région française. (Extr. des *Comptes rendus,* 4 avril 1892.) Paris; 1 fasc. in-4°.

Note sur les variations de longueur des glaciers des régions françaises. (Extr. du *Bulletin du Muséum d'Histoire naturelle,* 1896, n° 6.) Paris; 1 fasc. in-8°.

La jonction des galeries du Simplon (*La Nature,* 18 mars 1905, p. 251; avec 3 figures dans le texte).

Au travers du Simplon (*Je sais tout,* 15 avril 1905; avec 12 gravures dans le texte).

M. Edmond Perrier fait hommage d'une héliogravure d'un très beau *portrait de Lamarck,* peint en 1821.

Sur quelques instruments d'optique d'un usage courant dans les laboratoires, par Léon Bourgeois. Paris, Hachette et Cie, 1907; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. A. Lacroix.)

L'hydrographie des bassins de la Cesse et de l'Ognon (Minervois) *dans ses rapports avec la structure géologique,* par EUGÈNE FERRASSE. Montpellier, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. A. de Lapparent.)

Les échelles métriques des Cartes géographiques, topographiques et marines et Règle graduée supprimant les calculs de ces échelles, par le capitaine P. POLLACCHI. Paris, R. Chapelot et Cie, 1907; 1 fasc. in-8° et une Règle graduée. (Présenté par le prince Roland Bonaparte.)

Gœthe's Metamorphose der Pflanzen. Geschichte einer botanischen Hypothese, von Dr ADOLPH HANSEN; in zwei Teilen, mit 9 Tafeln von Gœthe und 19 Tafeln vom Verfasser; Text und Tafeln. Giessen, Alfred Töpelmann, 1907. (Hommage de M. le Dr Adolph Hansen.)

Greenwich Observations, 1904 : *Observations,* complete in one Volume. *Photoheliographic results. Meteorological reductions.* Part IV : *Temperature,* 1891-1905. Edimbourg, 1906; 1 vol. et 2 fasc. in-4°.

Cape Observatory publications : Annals, t. X, part II : *Spectra of silicon, fluorine and oxygen;* t. XII, parts II and III. *General catalogue,* 1900. *Meridian observations,* 1900-1904. *Catalogue of astrographic standard stars,* 1900. Edimbourg, 1906; 6 fasc. in-4°.

Observatorio de Marina de San Fernando. Carta fotográfica del Cielo : Zona-9°; hojas nos 7, 10, 57, 62, 72, 73, 74, 75, 76, 81, 86, 91, 92, 95, 96, 100, 102, 103, 124 y 154. San-Fernando; 20 feuilles in-plano.

Regenwaarnemingen in Nederlandsch-Indie, 1905. Batavia, 1906; 1 vol. in-4°.

Die Ergebnisse der Triangulierungen des k. u. k. militärgeographischen Institutes; Bd. IV. Vienne, 1906; 1 vol. in-8°.

The University geological Survey of Kansas; t. VIII : *Special report on lead and zinc,* by ERASMUS HAWORTH, W.-R. CRANE, A.-F. ROGERS. Topeka, 1904; 1 vol. in-8°.

Exploração dos rios Feio e Aguapehy, no extremo sertão do Estado, publicado pela Commissão geographica e geologica do Estado de S. Paulo. São-Paulo, Rothschild et Cie, 1906; 1 fasc. in-f°.

Mineral resources of Kansas, 1902 and 1903. Lawrence, Kansas, 1903-1904; 2 fasc. in-8°.

(*A suivre.*)

ERRATA.

(Tome CXLIII, Séance du 31 décembre 1906.)

Note de M. *Tchelinzef,* Étude de l'influence des radicaux sur le caractère des valences complémentaires de l'oxygène :

Prge 1239, ligne 4, *au lieu de* $N(C^2H^5)(CH^3)^2$, *lisez* $N(C^6H^5)(CH^3)^2$.

(Tome CXLIV, Séance du 14 janvier 1907.)

Note de M. *W. Tschelinzeff*, Étude d'un cas d'isomérie parmi les combinaisons oxoniennes de Grignard et Bæyer :

Page 88, ligne 8, *au lieu de* l'oxyde de méthyle, *lisez* l'oxyde d'éthylène.

Même page, lignes 13 et 14, *au lieu de* ainsi que leur activité toute spéciale sur différentes combinaisons du carboxyle avec le même radical qui se trouve dans l'iodure, *lisez* ainsi que la relation toute spéciale du même radical qui se trouvait dans l'iodure, du temps de l'action des composés organomagnésiens sur différentes combinaisons, contenant un groupe caronylique CO.

Même page, ligne 17, *au lieu de* $\begin{matrix} R' \\ R' \end{matrix}\!>\!O\!<\!\begin{matrix} X \\ MgR \end{matrix}$; *lisez* $\begin{matrix} R \\ R' \end{matrix}\!>\!O\!<\!\begin{matrix} X \\ MgR \end{matrix}$.

Page 90, ligne 14, *au lieu de*

$$\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!>\!O\!<\!\begin{matrix} MgC^2H^5 \\ I \end{matrix} \quad \text{et} \quad \begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!>\!O\!<\!\begin{matrix} MgC^6H^5 \\ I \end{matrix}$$

lisez

$$\left[\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^6H^5 \end{matrix}\!>\!O + \!<\!\begin{matrix} MgC^2H^5 \\ I \end{matrix} + O\!<\!\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right] + Aq\ldots \quad 62^{Cal},1,$$

et

$$\left[\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\!>\!O\!<\!\begin{matrix} MgC^6H^5 \\ I \end{matrix} O\!<\!\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right] + Aq\ldots \quad 59^{Cal},2.$$

(Séance du 18 mars 1907.)

Note de M. *Barré*, Sur les hélices considérées comme génératrices d'une surface :

Page 625, ligne 3 en remontant, *au lieu de* G. BARRÉ, *lisez* E. BARRÉ.

Page 627, ligne 9, *au lieu de* $z = f(\rho) + p\rho_0\varphi$, *lisez* $z = f(\rho) + h\rho_0\varphi$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 AVRIL 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

HYDRODYNAMIQUE. — *Calcul de la contraction inférieure de la nappe sur un déversoir en mince paroi et de hauteur modérée, à nappe libre, armé à sa partie supérieure d'une plaque horizontale rejetant vers l'amont les filets fluides inférieurs.* Note de M. **J. Boussinesq.**

I. Quand le déversoir (¹), supposé toujours en mince paroi et sans contraction latérale, n'a plus assez de hauteur pour rendre tout à fait négligeables les vitesses en amont du barrage, là où l'élévation du niveau au-dessus du seuil est la hauteur de charge h et où la profondeur d'eau totale, que nous appellerons H, excède de h la hauteur du déversoir, ces vitesses d'amont, que nous désignerons par W à la distance Z du fond, et dont U sera la moyenne, accroissent la charge h de chaque filet de la quantité $\frac{W^2}{2g}$, de l'ordre de $\frac{U^2}{2g}$, ou, par suite, dans une proportion croissante du fond à la surface et comparable à $\frac{U^2}{2gh}$. Aussi n'en résulte-t-il qu'une altération relative de cet ordre de petitesse, pour une des équations qui ont conduit à l'expression du coefficient m de débit, savoir celle qui est notée (1) dans ma dernière Note.

Mais l'équation suivante (2), déduite de l'application du principe des quantités de mouvement, durant un instant dt, à la masse liquide comprise entre la section amont, de profondeur H, et la section contractée, éprou-

(¹) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 668.

vera une altération beaucoup plus grande. Car il faudra y tenir compte, en premier lieu, de la quantité de mouvement, $\rho\, dt \int_0^{\mathrm{H}} \mathrm{W}^2 dZ$, apportée, *sur toute la hauteur* H, par le fluide qui, durant dt, traverse cette section d'amont. Et, d'autre part, si W_0 désigne la vitesse primitive W pour les filets fluides inférieurs ou pour $\mathrm{Z} = 0$, la contre-pression qu'exerce la face antérieure du barrage, *sur toute sa hauteur* $\mathrm{H} - h$, sera accrue, approximativement, de $\frac{\rho \mathrm{W}_0^2}{2}(\mathrm{H} - h)$. En effet, la couche liquide contiguë à cette face et rendue à très peu près stagnante par la large armature la recouvrant (braquée vers l'amont), provient des filets inférieurs; de sorte que la perte de leur vitesse initiale W_0 y entraîne à chaque niveau l'accroissement de pression $\rho g \frac{\mathrm{W}_0^2}{2g}$ ou $\rho \frac{\mathrm{W}_0^2}{2}$ en vertu du principe de D. Bernoulli, si on l'applique à ces filets.

Il est vrai que leur épanouissement amène un développement notable de frottements intérieurs, avec pertes de charge sensibles, comme celles que permet d'évaluer en gros pour tout un courant le principe de Borda. Mais le calcul de ces pertes de charge, dans l'état actuel de l'Hydraulique, serait impossible pour les filets dont il s'agit; et comme, en somme, l'hypothèse de la fluidité parfaite a donné partout ailleurs des résultats approchés dans cette question des déversoirs, pour les portions de liquide situées à l'amont de la section contractée, nous continuerons à l'admettre.

Ainsi, la pression d'aval en amont exercée sur le fluide, multipliée par dt, retranchera de la quantité de mouvement à adjoindre, $\rho\, dt \int_0^{\mathrm{H}} \mathrm{W}^2 dZ$, le terme $\rho\, dt \frac{\mathrm{W}_0^2}{2}(\mathrm{H} - h)$, réductible à $\rho\, dt \frac{\mathrm{W}_0^2}{2}\mathrm{H}$ (vu la petitesse de h devant H). C'est le quotient par $\frac{1}{2}\rho g h^2\, dt$ de cette expression totale, $\rho\, dt \left(\int_0^{\mathrm{H}} \mathrm{W}^2 dZ - \frac{\mathrm{W}_0^2}{2}\mathrm{H}\right)$, qui s'ajoutera au second membre de l'équation rappelée (2). Celle-ci, où l'on pourra d'ailleurs remplacer $\varkappa$ par k et C par c, puisque le déversoir dont il s'agit ici est justement le déversoir avec armature, deviendra

$$(1) \qquad (1 - c)^2(1 + k)^3(1 - k) = 1 + \frac{1}{gh^2}\left(2\int_0^{\mathrm{H}} \mathrm{W}^2 dZ - \mathrm{W}_0^2 \mathrm{H}\right).$$

II. On peut admettre avec quelque approximation, pour le mode de distribution des vitesses initiales W aux diverses hauteurs Z, la loi parabo-

lique du second degré

$$(2) \qquad W = U\left[1 + a - 3a\left(\frac{H-Z}{H}\right)^2\right],$$

où a désigne l'excédent, sur l'unité, du rapport de la vitesse de superficie à la vitesse moyenne U et recevra, dans les canaux d'expériences (en ciment lissé), sur le remous de gonflement occasionné par le barrage, des valeurs comme $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{4}$ (peut-être même $\frac{1}{3}$ pour les barrages les plus hauts). Alors, en effectuant dans (1) le calcul du second membre, puis résolvant par rapport à $1 - c$, il vient sensiblement

$$(3) \qquad 1 - c = (1+k)^{-\frac{3}{2}}(1-k)^{-\frac{1}{2}}\left[1 + \left(1 + 4a - \frac{12}{5}a^2\right)\frac{H}{h}\,\frac{U^2}{2gh}\right].$$

On voit que le facteur $\frac{H}{h}$, dans le terme correctif du second membre, élève l'ordre de grandeur de ce terme ou le rend très supérieur aux termes de l'ordre de $\frac{U^2}{2gh}$; de sorte que l'on pourra, tout en tenant compte de celui-là, laisser à l'équation (1) de ma dernière Note sa forme simple, qui est

$$(4) \qquad m = k(1+k)\left(\log\frac{1}{k}\right)(1-c)^{\frac{3}{2}}.$$

III. Quand le niveau d'aval s'est abaissé au point de rendre l'écoulement, sur le déversoir, *voisin* de son état constant, on peut, sans altérer d'une manière appréciable le *petit* terme correctif entre crochets de (3), y évaluer U comme si le débit HU était celui de l'état constant et se trouvait fourni par un déversoir de hauteur infinie. Or ce débit se calcule en réduisant, dans (3), à l'unité le terme entre crochets, et en rendant alors maximum l'expression (4) de m après élimination de $1 - c$ par (3), c'est-à-dire l'expression

$$(5) \qquad k(1+k)^{-\frac{5}{4}}(1-k)^{-\frac{3}{4}}\left(\log\frac{1}{k}\right).$$

On trouve ainsi que le maximum correspond à $k = 0{,}4332$ et égale $0{,}3538$. Appelons-le, pour abréger, m_0 : l'on aura $UH = m_0 h\sqrt{2gh}$; et la formule (3) deviendra, par la substitution de $\frac{2g m_0^2 h^3}{H^2}$ à U^2,

$$(6) \qquad 1 - c = (1+k)^{-\frac{3}{2}}(1-k)^{-\frac{1}{2}}\left[1 + \left(1 + 4a - \frac{12}{5}a^2\right)m_0^2\frac{h}{H}\right].$$

Le facteur entre crochets ne dépend plus du rapport K de l'altitude h' du niveau sur la section contractée à l'altitude h d'amont, rapport dont k est fonction; et il n'a pas à varier dans le calcul du maximum qui fait connaître l'état constant de l'écoulement sur le déversoir. Ce maximum correspondra donc toujours à celui de l'expression (5); de sorte que l'on aura encore $k = 0{,}4332$. Et, alors, vu $m_0 = 0{,}3538$, la relation (6) donnera, comme formule de la contraction inférieure c,

$$(7) \qquad c = 0{,}2259 - 0{,}0969\left(1 + 4a - \frac{12}{5}a^2\right)\frac{h}{H}.$$

IV. Appliquons-la aux expériences de M. Bazin, résumées dans le Tableau de la page 31 de son deuxième article *Sur l'écoulement en déversoir* (*Annales des Ponts et Chaussées*, janvier 1890). D'après la manière dont les débits se trouvaient influencés, en moyenne, par les petites vitesses d'amont, le paramètre a ne devait pas s'y éloigner beaucoup de $\frac{1}{4}$, valeur qui achève de particulariser la formule (7) :

$$(8) \qquad c = 0{,}226 - 0{,}179\frac{h}{H}.$$

Et d'abord, la hauteur du déversoir étant $1^m{,}135$ (ou H égalant $1^m{,}135 + h$), l'observation a donné, pour les charges,

$h = 0^m{,}25 \quad 0^m{,}32 \quad 0^m{,}375$ (en moy.) $\quad 0^m{,}40$ (en moy.) $\quad 0^m{,}42$ (en moy.),

et avec des crêtes munies d'armatures à peu près suffisantes, bien que de largeur et même de forme variables,

$c = 0{,}188 \quad 0{,}175 \quad 0{,}176 \qquad 0{,}169 \qquad 0{,}170.$

Les valeurs théoriques, légèrement supérieures aux valeurs expérimentales, seraient, d'après (8),

$c = 0{,}194 \quad 0{,}187 \quad 0{,}182 \qquad 0{,}179 \qquad 0{,}178.$

On atténuerait beaucoup les écarts en portant a à $\frac{1}{3}$, valeur vraisemblable pour ce barrage, qui produisait les remous les plus élevés.

Trois autres expériences, où le déversoir avait $0^m{,}93$ de hauteur, ont donné, pour des charges valant en moyenne $0^m{,}565$ et $0^m{,}63$, $c = 0{,}158$ et $c = 0{,}154$, c'est-à-dire, identiquement, ce qu'indique la formule (8), où il y a lieu de faire $H = 0^m{,}93 + h$.

Enfin, pour trois dernières observations, sur un déversoir de $0^m{,}35$ seu-

lement de hauteur, et avec les charges $h = 0^m,30$, $0^m,34$, $0^m,39$, M. Bazin a trouvé $c = 0,143$, $0,125$, $0,117$, tandis que le calcul de (8) donne 0,143, 0,138, 0,132. Dans les deux derniers cas, le rapport $\frac{h}{H}$ avait les valeurs énormes 0,493 et 0,527, excédant sans doute les limites d'applicabilité de la formule.

Sur les déversoirs sans armature, la contraction inférieure paraît dépendre beaucoup moins de la hauteur du barrage.

M. **Lœwy** présente le *XVIII*e *Bulletin chronométrique de l'Observatoire de Besançon*. Ce Bulletin rend compte de tous les perfectionnements introduits dans l'étude des montres et chronomètres déposés à l'Observatoire de Besançon et les heureux résultats obtenus dans cette voie pendant l'année 1905-1906. On y trouve en outre une série de Mémoires, dus à l'initiative du Directeur et de ses collaborateurs et traitant de divers sujets d'une importante actualité.

M. **Ed.-El. Colin** fait hommage à l'Académie du XVIe Volume des *Observations météorologiques faites à Tananarive*.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie impériale militaire de Médecine de Saint-Pétersbourg** adresse à l'Académie l'expression de sa profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *Berthelot*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

L'*Observatoire de Tananarive* (1889-1906), par Pierre de Vregille. (Adressé par M. Ed.-El. Colin.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une extension de la méthode de sommation de M. Borel.* Note de M. A. **Buhl**, présentée par M. P. Appell.

Soient $F(z)$ une fonction uniforme et C un cercle ayant l'origine pour centre. Le cercle pourra contenir certaines singularités polaires ou essentielles de $F(z)$.

Considérons l'égalité, qui suppose $|x| < |z|$,

$$(1) \qquad \frac{1}{2i\pi}\int_C \frac{F(z)\,dz}{z-x} = \frac{1}{2i\pi}\int_C F(z)\left(\frac{1}{z} + \frac{x}{z^2} + \frac{x^2}{z^3} + \ldots\right)dz,$$

et posons

$$s_n = \frac{1}{2i\pi}\int_C F(z)\left(\frac{1}{z} + \ldots + \frac{x^n}{z^{n+1}}\right)dz = \frac{1}{2i\pi}\int_C F(z)\,\frac{z^{n+1}-x^{n+1}}{z-x}\,\frac{dz}{z^{n+1}}.$$

Soient maintenant $f(\zeta, \xi, x)$ une fonction de trois variables complexes et Γ un cercle ayant pour centre l'origine du plan des ζ. Pour $|\xi| < |\zeta|$, on aura

$$(2) \qquad \frac{1}{2i\pi}\int_\Gamma \frac{f(\zeta, \xi, x)\,d\zeta}{\zeta - \xi} = \frac{1}{2i\pi}\int_\Gamma f(\zeta, \xi, x)\left(\frac{1}{\zeta} + \frac{\xi}{\zeta^2} + \ldots\right)d\zeta,$$

et nous désignerons par $c_0, c_1, c_2, \ldots$ les termes de la série ainsi obtenue. Considérons d'abord le produit

$$c_n s_n = \left(\frac{1}{2i\pi}\right)^2 \int_C\int_\Gamma F(z) f(\zeta, \xi, x)\,\frac{z^{n+1}-x^{n+1}}{z-x}\,\frac{\xi^n\,dz\,d\zeta}{z^{n+1}\zeta^{n+1}},$$

et proposons-nous de faire la somme de toutes ces expressions pour

$$n = 0, 1, 2, \ldots, \infty.$$

En s'appuyant sur l'identité

$$\sum \xi^n \frac{z^{n+1}-x^{n+1}}{\zeta^{n+1} z^{n+1}} = \sum \frac{\xi^n}{\zeta^{n+1}} - x\sum \frac{(\xi x)^n}{(\zeta z)^{n+1}} = \frac{\zeta(z-x)}{(\zeta-\xi)(\zeta z - \xi x)},$$

vraie si $|\xi| < |\zeta|$ et si $|\xi x| < |\zeta z|$, conditions précisément réalisées, il vient

$$(3) \qquad \sum_{n=0}^{n=\infty} c_n s_n = \left(\frac{1}{2i\pi}\right)^2 \int_C\int_\Gamma \frac{F(z) f(\zeta, \xi, x)\,dz\,d\zeta}{(\zeta-\xi)\left(z - \frac{\xi x}{\zeta}\right)}.$$

Telle est la formule fondamentale qui contient des résultats remarquables comme cas particuliers.

Supposons d'abord que $F(z)$ n'ait pas de singularités dans C. Alors (1) sera le développement taylorien de $F(x)$ et $\xi x : \zeta$ sera toujours dans C. Donc (2) donne

$$(4) \qquad \sum_{n=0}^{n=\infty} c_n s_n = \frac{1}{2i\pi}\int_\Gamma F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right) f(\zeta, \xi, x)\frac{d\zeta}{\zeta - \xi}.$$

En dehors de C, il faut supposer à F des points singuliers a_k, ce qui donne pour $F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right)$ des points singuliers $\zeta_k = \frac{\xi x}{a_k}$. Or, on peut imaginer que l'on choisisse f, de telle sorte que $F(\xi x : \zeta) f(\zeta, \xi, x)$ soit holomorphe dans Γ. Et alors

$$\sum_{n=0}^{n=\infty} c_n s_n = f(\zeta, \xi, x) F(x).$$

On peut concevoir que le premier membre de cette égalité soit convergent dans des cas où s_n ne l'est pas. Nous avons alors un mode de représentation de $F(x)$ dans un domaine autre que C, sur la détermination duquel je n'insiste pas ici.

Toute la difficulté est de former les c_n, termes du second membre de (2), car les points singuliers ζ_k de $F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right)$ auront, en général, au moins un point limite qui sera essentiel et il faudra introduire une singularité de même nature dans f. On retrouve la méthode de sommation de M. Borel en faisant tendre ξ vers l'infini dans une direction quelconque. En général, cela rejette les singularités ζ_k également à l'infini et, en intégrant alors le long de Γ dont le rayon devient aussi infini, on peut considérer $F\left(\frac{\xi x}{\zeta}\right)$ comme une fonction entière de ζ. Si f est dans le même cas et si l'on observe que cette fonction ne contient plus alors nécessairement d'autre variable que ζ, on trouve

$$F(x) = \lim_{\xi=\infty} \frac{1}{f(\xi)} \sum_{n=0}^{n=\infty} c_n s_n,$$

ce qui est bien la formule fondamentale que M. Borel place à la base de sa théorie des séries divergentes sommables.

Pour revenir à la question générale, remarquons que le second membre

de (3) pourra toujours être considéré comme égal à $F(x)$ augmenté de résidus dont l'expression finale conduit à des fractions rationnelles mettant en évidence les pôles de F. La formule (3) rattache donc le théorème de M. Mittag-Leffler sur les séries de fractions rationnelles à la théorie des séries sommables due à M. Borel.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la nature du corps retiré de certains alliages riches de nickel et d'étain.* Note [1] de M. **Em. Vigouroux.**

Nous avons soumis les alliages décrits précédemment [2] à des attaques alternées à l'acide azotique chaud et à la potasse caustique en fusion. On termine par un lavage avec le même acide étendu. On isole ainsi le composé NiSn(Ni 33,24; Sn 66,76).

Le premier lingot, titrant 73,64 pour 100 d'étain, est concassé grossièrement puis traité à chaud par une solution d'acide azotique à 25 pour 100. Un peu de nickel entre en solution dès le début; mais, sous peu, il n'en passe que des quantités excessivement faibles. La majeure partie de l'acide métastannique étant éliminée par décantation, on enlève ce qui peut encore souiller le résidu métallique en l'attaquant, au creuset d'argent, à l'aide de la potasse caustique fondue. Trois traitements semblables sont nécessaires pour le départ de la totalité de l'étain libre. Après un dernier lavage dans l'acide azotique étendu, le résidu contient pour 100 : première analyse : Ni 33,45; Sn 66,88; total 100,33; deuxième analyse : Ni 33,37; Sn 66,26; total 99,63.

Le second lingot, au titre de 85,65 pour 100, est soumis au même traitement. L'acide azotique chaud, qui produit d'abord un dégagement de vapeurs rutilantes, ne dissout pas de nickel; ce n'est qu'après désagrégation complète du culot qu'un peu de métal entre en solution. Après trois séries d'actions alternées, à l'acide azotique et à la potasse en fusion, la teneur du culot est descendue à 71,33 pour 100. Par une quatrième, plus énergique encore, avec digestion finale dans l'acide azotique bouillant, opérations qui ont pour effet d'entraîner un peu de nickel en même temps que beaucoup d'étain, la substance résiduelle est amenée à une teneur très voisine de la formule correspondant à NiSn. A partir de cette teneur, de nouvelles attaques ne font plus baisser la proportion d'étain. On trouve alors : première analyse : Ni 33,20; Sn 66,06; total 99,26; deuxième analyse : Ni 33,71; Sn 66,41; total 100,12.

Le troisième lingot, d'une contenance en étain atteignant 92,71 pour 100, ne perd encore que des proportions excessivement faibles de nickel tandis qu'il se dépouille de très grandes quantités d'étain lorsqu'on l'attaque par une solution chaude d'acide azo-

---

(1) Présentée dans la séance du 25 mars 1907.

(2) Em. Vigouroux, *Sur les alliages de nickel et d'étain* (*Comptes rendus*, 18 mars 1907).

tique à une teneur ne dépassant pas 50 pour 100. En réitérant la double action de l'acide et de la potasse et lavant finalement le résidu avec l'acide nitrique étendu, on isole encore un corps répondant sensiblement à la formule NiSn. Trouvé pour 100 : première analyse : Ni 33,97; Sn 66,57; total 100,54; deuxième analyse : Ni 32,79; Sn 66,24; total 99,03.

Propriétés. — La substance NiSn se présente généralement sous la forme d'une poudre cristalline, blanc d'argent, qui montre, au microscope, des facettes brillantes très nettes. Son action est nulle sur l'aiguille aimantée. Sa densité, prise dans la glace fondante, est voisine de 8,44 (moyenne de trois déterminations); sa densité calculée serait 7,93 : la formation de ce corps est donc accompagnée d'une contraction.

Le chlore agit au rouge; il y a formation des deux chlorures. L'oxygène brûle ce corps, encore au rouge, et avec incandescence. La vapeur de soufre, à chaud, transforme facilement les deux métaux en sulfures. L'acide chlorhydrique, étendu ou concentré, le dissout complètement; de même l'acide sulfurique; de même l'eau régale. L'acide azotique ne produit qu'un effet nul; ce n'est que par ébullition prolongée que le poids de ce corps peut se trouver sensiblement diminué. Les alcalis, les carbonates et les azotates alcalins en fusion n'effectuent qu'une action très lente. Le chlorate de potassium l'oxyde assez facilement, avant d'atteindre son point de fusion.

Conclusions et remarques. — 1° Certains *bronzes de nickel substitué* au cuivre, contenant de 73,64 à 91,72 pour 100 d'étain, alternativement traités à chaud par l'acide azotique et la potasse caustique, subissent un abaissement graduel de leur teneur en étain (tout en ne se dépouillant sensiblement que de ce dernier) et finissent par atteindre une limite fixe, la même pour tous, très voisine de 66,74 pour 100 et correspondant à la formule NiSn.

2° La substance non magnétique répondant à cette composition et qui présente les caractères d'un composé défini paraît constituer le seul corps le plus chargé en étain susceptible d'être isolé de tout alliage présentant une teneur centésimale comprise entre 66,76 et 100; en d'autres termes, le composé nickel-étain le plus riche contiendrait ces deux métaux alliés dans les proportions respectives de 1 à 2.

Dès 1896, M. H. Gautier (1) établissait la courbe de fusibilité des alliages

(1) H. Gautier, *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 109.

nickel-étain; en 1901, M. G. Charpy ([1]) leur attribuait une constitution analogue à celle des alliages cuivre-antimoine. Le premier auteur signale la présence du composé Ni^3Sn^2, non isolé. Ce dernier se rencontrerait donc dans des lingots renfermant des proportions d'étain inférieures à celles qui font l'objet de notre étude.

Bref, s'il n'est pas interdit d'estimer que les formules des corps susceptibles d'être rencontrés dans ces alliages ne représentent que des solutions solides, des eutectiques ou des mélanges isomorphes, il est du moins impossible d'admettre que ces sortes d'états soient le fait de la présence du nickel et de l'étain libres dans ces mêmes alliages. L'expérience suivante suffirait pour faire rejeter une telle hypothèse :

Nous avons préparé un mélange de poudres de nickel et d'étain, dans les proportions respectivement voisines de 1 à 2, et nous l'avons chauffé légèrement au fond d'un tube à essai : à peine l'étain entrait-il en fusion qu'une *vive incandescence* se manifestait; la totalité de la masse se transformait en un culot complètement fondu, et ce dernier abandonnait rapidement de très brillants cristaux dès qu'on l'attaquait par l'acide azotique chaud. Donc, dans ces sortes de bronzes, le nickel et l'étain existent réellement à l'état de combinaison.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence des sels de manganèse sur la fermentation alcoolique.* Note de MM. **E. Kayser** et **H. Marchand**, présentée par M. L. Maquenne,

Dans une Note précédente ([2]), nous avons montré que l'addition des sels de manganèse à des moûts sucrés, soumis à la fermentation alcoolique, avait pour résultat de favoriser la disparition du sucre et de donner des rendements plus élevés en alcool. Cette addition ne peut évidemment être conseillée pour le jus de raisin, le jus de pomme, le moût de bière; aussi, nous nous sommes demandé si l'accoutumance des ferments alcooliques aux sels de manganèse ne leur conférait pas de nouvelles propriétés, comme Effront l'a constaté avec les fluorures.

Ensemençons des levures de vin, cidre, bière dans des moûts sucrés additionnés de sulfate de manganèse pendant plusieurs générations, en portant la dose de ce sel de 1 jusqu'à 2, 3, 4 et 6 pour 1000, en même temps que nous renforçons peu à peu la

---

([1]) G. Charpy, *Contribution à l'étude des alliages* (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale,* 1901, p. 137).

([2]) *Comptes rendus,* 11 mars 1907.

richesse saccharine des moûts jusqu'à atteindre 28 à 30 pour 100. Désignons les levures ainsi traitées par le signe *bis*. Cultivons la levure non accoutumée et la levure *bis* dans un même moût, sans aucune addition de manganèse.

Eau de touraillons à 27,22 pour 100 *de sucre.*

	Quantités pour 100.				
	Sucre disparu.	Alcool formé.	Acide fixe en acide succinique.	Acide volatil en acide acétique.	Glycérine pour 100 du sucre disparu.
Levure 16............	18,97	9,5	0,107	0,106	9,48
Levure 16 *bis* (habituée à 0,3 pour 100).....	22,13	11,25	0,101	0,094	8,28
Levure 16 *bis* (habituée à 0,6 pour 100).....	22,97	11,7	0,095	0,076	7,61

L'expérience montre que la levure accoutumée préalablement aux sels de manganèse a conservé quelques-unes des propriétés acquises, la fermentation se déclare plus rapidement, il y a une plus grande disparition de sucre en relation directe avec une plus grande quantité d'alcool formée à mesure que la levure a été habituée à une dose plus élevée de sel de manganèse. L'acidité volatile diminue, il en est de même pour la glycérine; ce dernier fait se reconnaît même à la dégustation. Du moût de raisin a été ensemencé avec les levures 16, 16 *bis*, 73, 73 *bis*, 153, 153 *bis*, les vins obtenus avec 16 *bis*, 73 *bis*, 153 *bis*, étaient bien plus secs que ceux produits par 16, 73 et 153, bien qu'il ne soit plus resté de sucre dans aucun cas. La dose optima du sel de manganèse, à laquelle le ferment alcoolique doit être habitué, varie nécessairement avec la race de levure employée.

Comparons maintenant les levures accoutumées aux sels de manganèse à celles non accoutumées dans un même moût sans et avec addition de manganèse.

Eau de touraillons à 27,49 *pour* 100 *de sucre.*

	Quantités pour 100.			
	Sucre disparu.	Alcool formé.	Acidité fixe en acide succinique.	Acidité volatile en acide acétique.
Levure 16........................	21,64	10,4	0,119	0,131
Levure 16 + 0,1 pour 100 de SO^4Mn.	23,69	11,25	0,130	0,138
Levure 16 + 0,3 pour 100 Id....	23,73	11,50	0,141	0,161
Levure 16 + 0,5 pour 100 Id....	22,54	10,9	0,147	0,227
Levure 16 *bis*	25,19	12,6	0,194	0,058
Levure 16 *bis* + 0,1 pour 100 de SO^4Mn.	26,01	13,1	0,154	0,102
Levure 16 *bis* + 0,3 pour 100 de SO^4Mn.	25,27	12,6	0,148	0,141
Levure 16 *bis* + 0,5 pour 100 de SO^4Mn.	24,79	12,2	0,175	0,194

L'expérience montre que la levure traitée conserve les propriétés acquises et ceci pendant un certain nombre de générations, malgré la faible quantité de manganèse que la semence peut contenir d'une génération à l'autre. Aussi espérons-nous que cette accoutumance des levures aux sels de manganèse pourra être utilisée dans la fermentation plus complète des jus de raisin riches en sucre en donnant des vins plus à l'abri des ferments de maladies et par conséquent de conservation plus parfaite; elle permettra également au brasseur de se servir de la même race de levure pour obtenir des atténuations plus ou moins élevées selon la saison et la bière qu'il voudra produire.

ZOOLOGIE. — *Branchies rectales chez les larves de* Simulium damnosum *Theob. Adaptation d'une larve de Simulie à la vie dans les ruisseaux de l'Afrique équatoriale.* Note de M. E. **Roubaud**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

S. damnosum Theob., dont nous avons antérieurement signalé l'extension géographique dans toute l'Afrique équatoriale et tropicale ([1]), est très abondante à Brazzaville à certaines époques. Ses larves et ses nymphes se rencontrent dans les ruisseaux à écoulement rapide qui vont se déverser dans le Stanley Pool. Elles sont fixées aux herbes aquatiques et le plus souvent dissimulées sous les dépôts ferrugineux qui adhèrent à leur substratum.

Ces larves présentent une remarquable particularité d'organisation, qu'on peut envisager comme un fait d'adaptation à la vie dans les eaux des contrées chaudes. Elles sont pourvues de véritables branchies rectales exsertiles, qui s'étalent largement dans l'eau ambiante lorsque la larve est au repos, mais se rétractent rapidement et complètement dès qu'une cause quelconque vient à l'inquiéter.

Entièrement épanoui, cet appareil se montre formé d'une vésicule volumineuse, à parois minces et transparentes, supportant à son extrémité distale trois véritables branchies pennées divergentes, constituées chacune par un axe court, épais et arqué, orné de 12 ou 14 digitations tubuleuses, disposées en gouttière dans toute sa longueur. La vésicule est formée par la paroi du fond du cloaque, dévaginée à l'extérieur et gonflée sous la pression des liquides internes. Les branchies sont des expansions creuses de cette paroi; l'orifice anal proprement dit s'ouvre à leur base.

([1]) E. Roubaud, *Sur deux types intéressants de Simuliides de l'Afrique équatoriale et des Nouvelles-Hébrides* (*Bull. du Muséum,* 1906, p. 140).

L'ensemble de l'appareil constitue un panache à trois branches, à la région postéro-dorsale du corps, s'étalant normalement à lui et dépassant aisément sa largeur. Des trachées se ramifient dans la paroi de la vésicule, fournissant un réseau compliqué dans l'axe même des branchies d'où partent des filaments très fins, qui parcourent chacune des digitations branchiales, jusqu'à son extrémité cæcale. Enfin des muscles réfracteurs s'insèrent à la partie interne de la vésicule cloacale, servant à rétracter tout l'appareil. La dévagination et l'étalement sont déterminés par la pression sanguine, qui établit la turgescence de tout le système dont les diverses parties communiquent librement entre elles.

Tandis que, chez la plupart des espèces vivant dans les régions froides ou tempérées, c'est à peine si l'on peut attribuer une valeur physiologique d'appareil respiratoire à quelques courts appendices tubuleux situés à la région postérieure du corps, chez *S. damnosum* au contraire, l'appareil branchial acquiert une importance fonctionnelle indiscutable : il supplée à l'insuffisance de l'hématose cutanée et permet ainsi d'expliquer la distribution géographique de cette espèce, qui se rencontre aussi bien en Guinée qu'au Congo et dans l'Afrique équatoriale anglaise. C'est sans doute grâce à cette particularité d'organisation que seule, dans l'état actuel de nos connaissances, cette Simulie parvient à vivre dans les régions très chaudes de l'Afrique centrale.

Les nymphes de *S. damnosum* sont abritées dans des coques en cornet du type normal. Elles possèdent huit filaments respiratoires, émanés de trois troncs principaux dont l'externe et l'interne sont bifurqués une fois ; le tronc médian l'est deux fois à deux niveaux différents. Il ne nous a point encore été loisible d'apprécier la durée totale de la vie larvaire et des métamorphoses de cette remarquable espèce. Mais elle doit être assez longue, car depuis plus d'un mois les adultes, extrêmement abondants lors de notre arrivée à Brazzaville, et qui constituaient de véritables essaims autour des jambes des indigènes atteints de la maladie du sommeil, ont totalement disparu.

MÉDECINE. — *Sur l'activité néphro-poïétique du sang et du rein au cours des régénérations rénales.* Note de MM. **P. Carnot** et **A. Lelièvre**, présentée par M. d'Arsonval.

La présente Note généralise au rein nos recherches antérieures (¹) sur la rénovation du sang : nous avions montré, avec Mlle Deflandre, qu'après une saignée, et pendant la crise hématique de régénération consécutive, le sang et la moelle osseuse acquièrent une activité hémo-poïétique telle que leur administration à des animaux neufs provoque, chez ces derniers, une hyperglobulie considérable. Des phénomènes correspondants se passent au cours des différentes régénérations d'organes (²), et notamment au niveau du rein.

La méthode que nous avons suivie consiste à provoquer, au niveau du rein, un processus régénératif intense, à prélever alors le sang d'une part, l'organe en régénération d'autre part, et à étudier les effets qu'ils produisent chez des animaux neufs.

Pratiquement, l'hyperplasie régénératrice du rein était provoquée, de la façon la moins complexe, à la suite d'une néphrectomie unilatérale : il se produit alors, principalement dans les trois premières semaines, une hypertrophie compensatrice du rein restant, variable d'intensité suivant l'espèce animale et le sujet en expérience, et qui peut aboutir, très rapidement, à la restitution intégrale du poids de parenchyme rénal primitif. L'examen histologique montre alors des signes non douteux de prolifération épithéliale (augmentation numérique des cellules tubulaires et même glomérulaires; nombreux noyaux multiples; divisions directes fréquentes; karyokinèses plus rares, etc.).

Le sérum de ces animaux et le parenchyme rénal hyperplasié, recueillis après des délais variables, et généralement au cours de la deuxième ou de la troisième semaine, étaient injectés à des animaux neufs : l'ingestion donne, d'ailleurs, les mêmes résultats. Nous n'avons pas observé, jusqu'ici, de spécificité zoologique bien nette : le cobaye ou le lapin, par exemple, étant sensibles à leur propre extrait rénal aussi bien qu'à celui du chien.

Cette administration ne provoque aucun trouble fonctionnel notable, du côté des urines notamment. Les animaux sont ensuite sacrifiés en séries, après des temps variables.

Les constatations anatomiques que l'on peut faire alors sont principalement d'ordre histologique. En effet, si, macroscopiquement, les reins paraissent parfois manifeste-

(¹) *Comptes rendus,* 27 août et 17 septembre 1906.

(²) *C. R. Soc. Biol.,* 3 novembre 1906.

ment augmentés de volume et de poids, on n'a cependant aucun repère sérieux pour apprécier ces modifications, étant données les variations individuelles, assez considérables, du poids des reins. Il est facile, au contraire, de constater une prolifération épithéliale intense, plus considérable, d'ailleurs, avec l'extrait rénal qu'avec le sérum, et qui porte, à la fois, sur les glomérules, les tubes contournés et les tubes vecteurs.

Les *glomérules* sont nombreux, plus volumineux qu'à l'état normal : ils contiennent un nombre anormal de noyaux. On y trouve souvent des figures de division directe, plus rarement des karyokinèses.

Enfin, on constate parfois des figures curieuses sur lesquelles nous reviendrons et qui semblent avoir la signification de néoformations glomérulaires.

Les *tubes contournés* présentent une prolifération plus considérable encore : il y a manifestement augmentation du nombre des cellules : celles-ci se tassent, se bousculent, parfois étirées et refoulées vers la lumière centrale. Certains tubes sont tapissés de plusieurs rangs de cellules vivaces. D'autres sont bourrés, à leur intérieur, de cellules tassées en boyaux multinucléés. D'autres fois, la lumière cellulaire est divisée en alvéoles polygonales par des tractus très fins, à peine colorés. Beaucoup de cellules ont des noyaux doubles; quelques-unes ont des noyaux triples, quadruples ou même quintuples. Les figures de division directe sont fréquentes; au contraire, nous n'avons pas encore observé de karyokinèse dans les tubes contournés.

La division directe se fait indifféremment par juxtaposition des noyaux, dans le sens transversal, ou par superposition, dans le sens radial.

Les *tubes vecteurs* sont également le siège d'une prolifération très importante : les cellules y sont tassées, les noyaux multiples fréquents, ainsi que les images de division, surtout par voie directe; les karyokinèses s'observent à différents stades, tout en étant beaucoup plus rares que les divisions directes.

Il n'y a, entre les différents tubes, aucune inflammation interstitielle, aucun amas leucocytaire, aucune sclérose.

Le processus hyperplasique est donc évident, d'une importance considérable, et n'affecte que les éléments épithéliaux du rein.

De ces faits on peut conclure qu'au cours des régénérations rénales il existe, dans le sang circulant et, plus abondamment encore, dans la glande régénérée, un excitant de la prolifération cellulaire rénale, capable de provoquer cette même prolifération chez des animaux neufs.

Cette substance, que l'on peut dénommer provisoirement *néphro-poïétine*, doit exister en faible quantité à l'état normal : car le rein se régénère constamment. Mais elle existe en beaucoup plus grande abondance lorsque l'organe prolifère activement : nous avons constaté, notamment, qu'elle existe en abondance dans le rein fœtal, au cours de la prolifération embryonnaire.

Ces données physiologiques paraissent susceptibles d'applications thérapeutiques : l'injection de sérum néphro-poïétique d'une part, l'ingestion

d'extrait provenant de l'organe en régénération ou de l'organe embryonnaire d'autre part, ont provoqué notamment, chez certains malades, la cessation d'albuminuries intenses et tenaces, après un délai de 10 à 15 jours nécessaire à l'hyperplasie régénératrice du rein.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'évolution du carbone, de l'eau et des cendres, en fonction de l'âge, chez les plantes.* Note (¹) de M. **J. Tribot**, présentée par M. Alfred Giard.

La plante que nous avons observée est l'orge que l'on avait ensemencée dans des pots en terre, placés sous un hangar, de telle sorte qu'ils ne recevaient que la lumière diffuse.

Au début des expériences faites à Asnières, fin avril 1906, tous les pots à ensemencer furent remplis avec une même terre, aussi homogène et aussi comparable que possible de composition.

Les tailles, que l'on trouvera dans le Tableau ci-joint, représentent la moyenne de 10 échantillons de même âge; il en est de même pour les teneurs en carbone et en cendres, les analyses ayant toujours été faites sur le mélange de 10 échantillons, pulvérisés après dessiccation.

1° Pour la taille on relève, conformément à des résultats antérieurs (²), un maximum vers le 74ᵉ jour, la valeur absolue de ce maximum ayant été un peu accrue par les conditions particulièrement favorables du milieu à ce moment;

2° On constate, à partir d'un maximum, une déshydratation lente, mais certaine et une déminéralisation également lente, mais moins notable : ce dernier fait concordant avec les résultats de nos précédentes analyses sur l'évolution de la teneur des os en matières minérales (³).

La variation des pourcentages des cendres dépendant non seulement de l'âge mais aussi de la composition, nécessairement un peu variable, de la terre, nous avons calculé, pour éliminer l'influence du milieu, le rapport entre les pourcentages des cendres de la plante et de celles de la terre.

(¹) Présentée dans la séance du 18 mars 1907.

(²) Stefanowska, *Comptes rendus,* 9 octobre et 27 novembre 1905.

(³) Charles Henry, *Sur l'évolution de l'opacité des os, aux rayons Röntgen, en fonction de l'âge* (1ᵉʳ *Congrès international d'Hygiène alimentaire*. Paris, octobre 1906).

Numéros d'ordre.	Age en jours.	Taille de la tige.	Plante. H²O sur 100 parties de plante.	Plante. Carbone sur 100 parties de tiges sèches.	Plante. Cendres sur 100 parties de tiges sèches.	Terre. Carbone sur 100 parties de terre sèche.	Terre. Cendres sur 100 parties de terre sèche.	Rapports entre les cendres de la plante et celles de la terre.
		mm						
57.....	18	103,9	89,67	23,550	16,000	2,245	93,602	0,170
58.....	20	106,5	90,22	32,147	16,842	1,982	95,476	0,176
59.....	22	132,4	90,16	28,529	16,666	1,130	89,090	0,187
60.....	25	152,5	91,03	32,086	25,899	2,333	94,270	0,275
61.....	27	168,9	92,20	29,702	18,439	2,272	94,158	0,195
62.....	29	184,9	90,92	21,752	20,500	2,153	94,490	0,217
63.....	32	218,8	91,37	29,995	21,028	2,174	94,292	0,224
64.....	34	227,0	?	?	?	1,760	94,409	?
65.....	36	268,8	90,02	32,052	18,587	2,999	94,189	0,198
66.....	39	284,5	90,21	33,031	23,745	2,260	93,401	0,254
67.....	41	244,4	89,19	32,633	18,644	2,493	94,260	0,198
68.....	43	240,4	88,96	34,237	20,414	2,936	93,393	0,219
69.....	45	263,0	88,69	?	?	3,032	91,861	?
70.....	49	270,4	90,33	22,090	20,873	2,941	92,230	0,226
71.....	55	338,5	91,22	27,896	18,129	2,563	92,689	0,195
72.....	58	434,6	89,15	31,817	20,567	2,547	93,903	0,218
73.....	64	416,0	87,25	30,468	15,890	2,351	93,950	0,169
74.....	74	650,0	86,07	30,686	18,181	2,335	93,719	0,194
75.....	76	545,5	85,92	30,168	15,934	3,464	93,222	0,171
76.....	83	555,0	78,94	31,051	18,556	3,185	93,705	0,198
77.....	87	500,4	79,02	29,833	18,554	2,912	94,616	0,196
78.....	92	500,0	77,04	29,090	19,466	4,231	92,412	0,210
79.....	96	390,8	79,59	33,295	15,632	2,820	93,840	0,166

Comme il ressort de la dernière colonne du Tableau, ce rapport augmente très vite au premier âge de la plante, puis moins vite, passe par un maximum entre le quarantième et le cinquantième jour, pour diminuer lentement et progressivement vers la fin de la vie.

3° La comparaison des pourcentages du carbone de la plante et de celui de la terre montre qu'il n'y a aucune relation entre ces deux quantités, le carbone de la terre restant sensiblement constant dans les conditions de nos expériences, celui de la plante variant et accusant un maximum qui coïncide à peu près avec celui des cendres. On pouvait s'attendre à ce résultat, la fixation du carbone étant due à la fonction chlorophylienne.

Les présentes recherches doivent être considérées comme des préliminaires à une étude de l'évolution de la quantité qu'Ernest Solvay a dé-

signée par $\frac{E_F}{E_C}$, E_F représentant l'énergie fixée par la plante et donnée par les chaleurs de combustion, E_C se réduisant, d'après les conclusions du présent travail, à l'énergie calorifique et lumineuse.

SISMOLOGIE. — *Sur quelques constantes sismiques déduites du tremblement de terre du 4 avril* 1904. Note de M. **E. Oddone**, présentée par M. Bigourdan.

Dans une Note antérieure ([1]) nous avons montré que, lors du tremblement de terre du 4 avril 1904, il s'est produit certaines secousses atténuées quand les premières vibrations préliminaires d'une secousse antérieure plus violente avaient parcouru le chemin direct aux antipodes, aller et retour.

On peut de même trouver trace des retours des secondes vibrations préliminaires produites par les secousses I et III; en effet, le choc VII s'est produit 64 minutes après le choc I, et de même le choc IX s'est produit 64 minutes après le choc III : les secousses VII et IX se sont donc produites au retour des secondes vibrations préliminaires produites par les chocs I et III.

Ainsi les premières et secondes vibrations préliminaires ont mis respectivement 33 et 64 minutes à parcourir deux fois le diamètre terrestre : c'est la première fois qu'on a pu déterminer ces constantes, et il est étrange que cela ait été fait avec un macrosisme plutôt qu'avec des microsismes.

Ces constantes se rapportent aux réflexions qui se sont produites à l'antipode; mais il semble qu'il peut se produire également d'autres réflexions. Si, en effet, on compare les secousses indiquées précédemment, ou si on les étudie sur les sismogrammes, ou si enfin on considère les secousses secondaires de tout autre grand tremblement de terre, on trouve toujours des traces de périodicités bien constantes : une des plus simples paraît être celle de 5 à 6 minutes, dont la reproduction donne des périodes apparentes plus complexes de 10 à 12 minutes, de 23 minutes, de 33 minutes. Cela prouverait avec quelle facilité les ondes peuvent se transmettre dans le globe et

([1]) Voir p. 662 de ce Volume. Profitons de l'occasion pour signaler une erreur d'impression qui s'est glissée à cet endroit : p. 662, ligne 6, au lieu de 25^{km^2} à 30^{km^2} il faut lire 25 à 30 mille kilomètres carrés.

avec quelle régularité géométrique elles suivent les lois simples de la réflexion multiple et de l'harmonie.

La connaissance du temps que mettent les ondes sismiques longitudinales à traverser la Terre est importante à plus d'un titre, car elle entre dans les formules obtenues par M. Laskà, en cherchant à vérifier la théorie d'une Terre à noyau central de M. Milne; elle prouve aussi que la vitesse est indépendante de l'intensité du sisme, et elle permet de calculer le module diamétral moyen d'élasticité de la Terre. Enfin, elle permet de démêler dans les sismogrammes les ondes directes et les ondes réfléchies aux antipodes, et par suite de calculer l'absorption sismique de la Terre.

C'est un fait très instructif que les ondes sismiques réfléchies aux antipodes puissent, au retour, donner naissance à une autre secousse; les ondes primitives agissent-elles là comme cause directe ou autrement? c'est sans doute ce que l'avenir nous apprendra. Quoi qu'il en soit, il me semble que désormais on est en droit d'admettre qu'un macrosisme peut en provoquer un autre, de sorte qu'il doit exister une correspondance entre les divers foyers sismiques du monde.

A l'heure actuelle, où se débattent si vivement les problèmes relatifs à la transmission de l'énergie à travers l'éther et la matière, il y a quelque intérêt à noter cette coïncidence, que les ondes sismiques longitudinales mettent, pour parcourir le rayon terrestre, le même temps (8 minutes) qu'emploie la lumière à nous venir du Soleil. D'après cela, en appelant

v la vitesse moyenne de l'énergie dans le globe,
V la vitesse de l'énergie lumineuse dans l'éther,
r et R les rayons respectifs de la Terre et de son orbite,

on peut écrire

$$v = V\frac{r}{R}.$$

Il est actuellement inutile d'insister sur ces rapprochements ([1]), mais ils mettent en relief la constante que je présente aux sismologistes, savoir le temps $T_1 = 17^{min} \pm 1^{min}$ que mettent les ondes sismiques longitudinales

---

([1]) Rappelons cependant que très souvent les régions d'activité solaire, taches ou protubérances, se montrent à peu près simultanément aux deux extrémités d'un même diamètre, ainsi que cela se produit pour les sismes. Il serait curieux que ce qui se passe dans un tremblement de terre vînt nous éclairer sur les phénomènes qui se produisent dans le Soleil.

à traverser la Terre. Il sera bon de la déterminer aussi exactement que possible, même si, contrairement à ce que je cherche à faire entrevoir, elle ne devait pas s'étendre à un domaine plus vaste que celui de la Sismologie.

M. J. Carlier adresse une Note *Sur un transformateur automatique de vitesses.*

(Renvoi à l'examen de M. Léauté.)

La séance est levée à 4 heures.

G. D

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 AVRIL 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Mascart** fait hommage à l'Académie de deux fascicules des *Annales du Bureau central météorologique* (1904, fascicule III et 1903, fascicule II) qu'il a publiés en qualité de Directeur du Bureau.

M. **Peron** fait hommage à l'Académie de ses *Études paléontologiques sur les terrains du département de l'Yonne. Les Pélécypodes rauraciens et séquaniens*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Catalogue sommaire de la collection de Géologie expérimentale du Muséum d'Histoire naturelle, par M. Stanislas Meunier. (Présenté par M. Albert Gaudry.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la photographie du spectre solaire infrarouge.* Note de M. G. **Millochau**, présentée par M. J. Janssen.

Dans le courant de 1906 (*Comptes rendus,* 18 juin et 9 juillet 1906), j'ai exposé qu'en expérimentant la méthode appliquée pratiquement pour la

première fois en 1875 par Waterhouse (¹), j'avais remarqué que l'action des rayons infra-rouges était superficielle. Cette remarque m'avait conduit à employer des plaques fortement teintées avec un colorant absorbant les rayons actiniques. J'ai indiqué, comme donnant de bons résultats pratiques, l'emploi de la chrysoïdine et de l'érythrosine.

Depuis, essayant d'autres colorants, j'ai obtenu de bien meilleurs résultats en me servant de vert malachite et j'ai pu préparer des plaques dont la sensibilité aux radiations extrême-rouges et infra-rouges est environ une dizaine de fois plus grande que celle des plaques ordinaires du commerce, lorsqu'on leur applique la méthode de Waterhouse.

Ces plaques sont préparées de la manière suivante :

Des plaques très sensibles au gélatino-bromure (²) sont plongées pendant environ 10 minutes dans de l'eau distillée additionnée de quelques gouttes d'acide acétique, puis pendant le même temps dans une solution alcoolique à saturation de vert malachite, ces plaques sont ensuite rincées rapidement puis séchées; ces opérations se font à l'abri de la lumière.

Les plaques ainsi préparées sont insolées pendant 30 secondes à 75^{cm} d'une lampe électrique de 4 bougies, puis exposées dans le spectrographe.

Si on les insole en les plaçant derrière un écran violet (3 à 4 minutes à 30^{cm} de la lampe) les plaques obtenues sont encore plus sensibles.

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie des épreuves du spectre solaire de $0^{\mu},750$ à $0^{\mu},950$ où une unité d'Ångtröm a pour longueur environ $0^{mm},1$, ainsi que des photographies de la bande A obtenues dans le spectre de troisième ordre du réseau, et qui montrent que la structure de cette bande est identique à celle de la bande B.

La raie Z, que j'avais signalée dans ma Note du 9 juillet 1906 comme étant une courte bande dégradée vers l'infra-rouge, est, dans les épreuves faites avec le spectre de deuxième ordre, résolue en lignes.

Ces résultats ont été obtenus avec le spectrographe de la lunette du mont Blanc, déjà décrit, comportant un collimateur et une chambre photographique munis d'objectifs achromatiques de 3^{cm} de diamètre et 60^{cm} de distance focale, et un réseau plan de Rowland.

Cet appareil, le seul pratique à ma disposition, ne présente pas, comme on le voit,

---

(¹) Cette méthode, basée sur la constatation faite antérieurement de l'action inverse des radiations infra-rouges sur les plaques impressionnées, consiste à voiler une plaque photographique ordinaire et à l'exposer ensuite à l'action du spectre solaire.

(²) J'ai employé à cet effet des plaques marque Σ de la maison Lumière.

des conditions très favorables pour l'étude du spectre infra-rouge; cependant, avec les plaques indiquées, lorsque les conditions atmosphériques sont bonnes, une pose de 10 minutes suffit pour la région de A et 30 minutes pour la région extrême, lorsqu'on photographie le spectre de deuxième ordre du réseau.

Des essais faits avec un spectrographe de faible dispersion (un prisme au sulfure de carbone) montrent que l'action inverse produite par le spectre solaire sur les plaques colorées au vert malachite et insolées s'étend de λ-6000 environ à l'extrémité infra-rouge non absorbée par les pièces optiques de l'instrument.

La pose nécessaire avec ce spectrographe n'est que de 30 secondes (¹).

Les plaques *Wratten Panchromatic*, extrêmement sensibles aux rayons rouges et qui donnent la bande B avec une pose 5 à 6 fois moindre que les plaques indiquées ci-dessus, ne permettent d'obtenir A qu'avec une pose bien supérieure et ne sont pas sensibles, dans l'infra-rouge, au delà de cette radiation.

GÉOMÉTRIE. — *Sur la surface engendrée par une hélice circulaire.* Note de M. EUGÈNE BARRÉ.

Dans la seconde partie d'une Note récente je signalais un procédé d'étude de la surface engendrée par le mouvement d'une hélice mobile donnée. Je me propose ici de présenter les résultats que l'on obtient dans le cas où la génératrice est une hélice circulaire.

Une hélice circulaire mobile peut toujours être représentée, par rapport à des axes convenables, par les équations

$$(1) \qquad x = \rho\cos\varphi, \qquad y = \rho\sin\varphi, \qquad z = K\varphi$$

où ρ et K sont des fonctions du paramètre t figurant dans les composantes du mouvement, composantes que nous désignerons suivant l'habitude par u, v, w pour celles de la translation et p, q, r pour celles de la rotation.

DÉFINITIONS. — *J'appellerai* cercle principal de l'hélice *le cercle défini par*

(¹) La sensibilité de ces plaques m'a fait penser que leur emploi serait possible pour la photographie monochromatique du Soleil dans l'extrême rouge et même dans les premières portions du spectre infra-rouge, avec un spectrohéliographe convenable, ce qui justifie la phrase de ma Note des *Comptes rendus* du 18 février dernier, phrase critiquée par M. Deslandres dans sa Note du 11 mars 1907.

les équations

$$x = \rho\cos\varphi,\qquad y = \rho\sin\varphi,\qquad z = 0.$$

K *sera le pas linéaire de l'hélice, ainsi nommé par opposition à son pas angulaire égal ici à* $\frac{K}{\rho}$.

1. Formules générales. — L'application des formules générales du déplacement (Darboux, *Théorie des surfaces*, t. I) à un mouvement élémentaire sur la surface engendrée par l'hélice mobile donne ici :

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned} \delta x &= -\rho\sin\varphi\, d\varphi + \mathcal{L}\, dt,\\ \delta y &= \rho\cos\varphi\, d\varphi + \mathcal{M}\, dt,\\ \delta z &= K\, d\varphi + \mathcal{N}\, dt,\\ &\text{avec les relations}\\ \mathcal{L} &= u + qK\varphi - r\rho\sin\varphi + \rho'\cos\varphi,\\ \mathcal{M} &= v - pK\varphi + r\rho\cos\varphi + \rho'\sin\varphi,\\ \mathcal{N} &= w + K'\varphi + \rho(p\sin\varphi - q\cos\varphi), \end{aligned}\right.$$

formules dans lesquelles les lettres accentuées représentent les dérivées par rapport à t des fonctions représentées par les lettres correspondantes non accentuées.

L'élément linéaire est donné par la formule

$$(3)\qquad ds^2 = E\, dt^2 + 2F\, dt\, d\varphi + G\, d\varphi^2$$

formule dans laquelle on a

$$(4)\quad E = \mathcal{L}^2 + \mathcal{M}^2 + \mathcal{N}^2,\quad F = -\rho(\mathcal{L}\sin\varphi - \mathcal{M}\cos\varphi) + K\mathcal{N},\quad G = K^2 + \rho^2.$$

Je pose, conformément aux notations habituelles, $H = \sqrt{EG - F^2}$ et j'introduis les fonctions L, M, N plus avantageuses dans certaines formules et définies par les relations :

$$(5)\quad L = \mathcal{M}\cos\varphi - \mathcal{L}\sin\varphi,\qquad M = \mathcal{L}\cos\varphi + \mathcal{M}\sin\varphi,\qquad N = \mathcal{N}.$$

Parmi les applications de ces nouvelles formules, je me borne à citer l'équation différentielle des trajectoires orthogonales des hélices génératrices :

$$(6)\qquad (\rho^2 + K^2)\, d\varphi + (L\rho + KN)\, dt = 0,$$

plus simple que celle résultant de l'emploi de $\mathcal{L}$, $\mathfrak{M}$, $\mathfrak{N}$ et qui nous sera souvent utile.

2. Normale et plan tangent. — Les coefficients directeurs de la normale à la surface sont :

$$(7)\quad \begin{cases} A = \rho\mathfrak{N}\cos\varphi - K\mathfrak{M} = -KM\sin\varphi - (KL - \rho N)\cos\varphi, \\ B = \rho\mathfrak{N}\sin\varphi + K\mathcal{L} = KM\cos\varphi - (KL - \rho N)\sin\varphi, \\ C = -\rho(\mathcal{L}\cos\varphi + \mathfrak{M}\cos\varphi) = -\rho M. \end{cases}$$

L'angle ϖ de la normale à la surface avec la normale principale à la courbe est donné par la formule

$$(8)\quad \cos\varpi = \frac{KL - \rho N}{[(KL - \rho N)^2 + M^2(\rho^2 + K^2)]^{\frac{1}{2}}}.$$

En exprimant que le carré de ce cosinus est constamment égal à l'unité, on obtient le théorème suivant, déjà signalé comme conséquence de résultats plus généraux :

Théorème I. — *Le cylindre circulaire droit est la seule surface dont une série de géodésiques soit formée par une famille d'hélices circulaires.*

Ce théorème est un cas particulier du suivant :

Théorème II. — *Si, dans le mouvement d'une hélice circulaire, pour une position de celle-ci correspondant à une variation nulle du rayon du cercle principal, le mouvement élémentaire du trièdre lié à la courbe se réduit à une translation suivant l'axe de l'hélice correspondante, celle-ci est une géodésique de la surface.*

Ces conditions suffisantes sont aussi nécessaires : Si une génératrice est une géodésique, il existe un trièdre de référence, tel que celui défini ci-dessus dont le mouvement à l'instant considéré se réduise à une translation suivant l'axe de l'hélice.

Remarque générale. — On pourrait associer à toute une série de théorèmes que nous trouverons ci-après des théorèmes qui jouent vis-à-vis d'eux le rôle du théorème II par rapport au théorème I. Je me dispenserai de les énoncer, me bornant à cette remarque sur la possibilité d'une telle généralisation.

En exprimant que $\cos\varpi$ est identiquement nul, on obtient le résultat suivant :

Théorème III. — *L'hélicoïde gauche à plan directeur est la seule surface à génératrices hélices circulaires dont celles-ci soient une famille d'asymptotiques.*

III. Autres formules. — Posons

$$(9)\quad \frac{KM}{H} = -\sin V \sin W, \qquad \frac{KL-\rho N}{H} = -\sin V \cos W, \qquad \frac{\rho M}{H} = \cos V.$$

L'angle V n'est autre que celui du plan de base et du plan tangent et l'angle W peut être défini par rapport aux éléments géométriques de la surface par l'une ou l'autre des formules

$$(10)\qquad \operatorname{tang} W = \frac{K}{\rho}\frac{\cos W}{\cos \varpi} = h\frac{\cos V}{\cos \varpi} \qquad \text{ou} \qquad \sin W = -h \cos V,$$

dans lesquelles h représente le pas angulaire de la génératrice.

Les *cosinus directeurs* de la normale sont alors donnés par les formules

$$(11)\quad \lambda = \sin V \cos(\varphi - W), \qquad \mu = \sin V \sin(\varphi - W), \qquad \nu = -\cos V.$$

On peut alors trouver une série intéressante de formules donnant δA, δB, δC et $\delta\lambda$, $\delta\mu$, $\delta\nu$. Ces formules comprennent évidemment comme cas particulier celles qui correspondent au cas des génératrices circulaires (*voir* à ce sujet le travail de M. Demartres publié dans les *Annales de l'École normale supérieure*, mai 1885). Dans tout ce travail je supposerai essentiellement, sauf avis formel, que K est différent de zéro, c'est-à-dire que la génératrice n'est pas un cercle. Je laisse aussi le cas où K^2+1 serait nul (l'hélice se réduit à une ligne de longueur nulle de la surface).

Théorème IV. — *Les hélicoïdes sont les seules surfaces engendrées par une hélice circulaire telles que les plans tangents aux divers points d'une génératrice fassent un angle constant avec le plan de base de celle-ci. Si cet angle est de plus indépendant de la génératrice considérée, l'hélicoïde est développable.*

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un problème d'Analyse intimement lié avec le problème de refroidissement d'une barre hétérogène.* Note [1] de M. W. Stekloff, présentée par M. Émile Picard.

Dans mon Mémoire *Problème de refroidissement, etc.* (*Annales de la Faculté de Toulouse*, 2e série, t. III), j'ai établi le théorème suivant :

« Soit $k_s (s = 1, 2, 3, \ldots)$ la suite infinie de nombres positifs, soit $V_s(x)(s = 1, 2, 3, \ldots)$ la suite correspondante de fonctions, de la variable

---

[1] Présentée dans la séance du 2 avril 1907.

réelle x, vérifiant l'équation

$$(1)\quad V_s''(x) + [k_s p(x) - q(x)] V_s = 0, \quad \text{pour} \quad a < x < b \,(b > a > 0),$$

jointe aux conditions

$$(2)\quad \begin{cases} V_s'(a) - h V_s(a) = 0, \qquad V_s'(b) + H V_s(b) = 0, \\ \displaystyle\int_a^b p(x) V_s^2(x)\, dx = 1, \end{cases}$$

$p(x)$ et $q(x)$ étant des fonctions positives dans l'intervalle (a, b), h et H deux constantes données positives.

» Toute fonction $f(x)$, continue dans (a, b), admettant les dérivées de deux premiers ordres dont la première reste continue, la seconde intégrable dans l'intervalle (a, b), se développe en série uniformément convergente de la forme suivante

$$(3)\qquad f(x) = \sum_{s=1}^{\infty} A_s V_s(x), \qquad A_s = \int_a^b p(x) f(x) V_s(x)\, dx,$$

si $f(x)$ satisfait encore aux conditions

$$(4)\qquad f'(a) - h f(a) = 0, \qquad f'(b) + H f(b) = 0. \text{ »}$$

Il pourrait sembler que l'existence de dérivées des deux premiers ordres et les conditions (4) soient indispensables pour la rigueur de la démonstration.

Or, je vais montrer maintenant qu'on peut s'affranchir de ces restrictions et établir ce théorème général :

A. *Toute fonction $f(x)$, continue et admettant la dérivée du premier ordre, intégrable dans l'intervalle (a, b), se développe dans cet intervalle en série uniformément convergente de la forme* (3).

Si $f(x)$ admet la dérivée du premier ordre, on a (Mémoire cité, p. 303), quel que soit le nombre n,

$$\int_a^b R_n'^2(x)\, dx + H R_n^2(b) + h R_n^2(a) + \int_a^b q(x) R_n^2(x)\, dx$$
$$= \int_a^b f'^2(x)\, dx + H f^2(b) + h f^2(a) + \int_a^b q(x) f^2(x)\, dx - \sum_{s=1}^{n} k_s A_s^2.$$

Cette égalité montre que : 1° la série

$$\sum_{s=1}^{\infty} k_s A_s^2$$

converge et que : 2°

$$(5)\qquad \begin{cases} T_n = \int_a^b R_n'^2(x)\,dx < \int_a^b f'^2(x)\,dx + H f^2(b) \\ \qquad\qquad + h f^2(a) + \int_a^b q(x) f^2(x)\,dx = K, \end{cases}$$

K étant un nombre fixe ne dépendant pas de n.

Désignons par $\varphi_1(x)$ et $\varphi_2(x)$ deux solutions indépendantes de l'équation

$$V'' - qV = 0.$$

On peut écrire (*voir* Mémoire cité, p. 292)

$$V_s(x) = k_s \Bigg[M_1(x) \int_a^b p\varphi_2 V_s\,dx - M_2(x) \int_a^b p\varphi_1 V_s\,dx \\ + \frac{\varphi_1}{\Delta} \int_a^x p\varphi_2 V_s\,dx - \frac{\varphi_2}{\Delta} \int_a^x p\varphi_1 V_s\,dx \Bigg],$$

d'où

$$V_s(a) = k_s M_1(a) \int_a^b p\varphi_2 V_s\,dx - k_s M_2(a) \int_a^b p\varphi_1 V_s\,dx.$$

On a donc

$$\sum_{s=1}^{n} A_s V_s(a) = M_1(a) \sum_{s=1}^{n} \sqrt{k_s} A_s \sqrt{k_s} B_s - M_2(a) \sum_{s=1}^{n} \sqrt{k_s} A_s \sqrt{k_s} C_s,$$

où

$$B_s = \int_a^b p\varphi_2 V_s\,dx, \qquad C_s = \int_a^b p\varphi_1 V_s\,dx.$$

Le lemme de Cauchy donne

$$\sum_{s=1}^{n} \sqrt{k_s}\,|A_s|\,\sqrt{k_s}\,|B_s| \leqq \sqrt{\sum_{s=1}^{n} k_s A_s^2}\,\sqrt{\sum_{s=1}^{n} k_s B_s^2},$$

$$\sum_{s=1}^{n} \sqrt{k_s}\,|A_s|\,\sqrt{k_s}\,|C_s| \leqq \sqrt{\sum_{s=1}^{n} k_s A_s^2}\,\sqrt{\sum_{s=1}^{n} k_s C_s^2}.$$

Or, chacune des séries

$$\sum_{s=1}^{\infty} k_s A_s^2, \quad \sum_{s=1}^{\infty} k_s B_s^2, \quad \sum_{s=1}^{\infty} k_s C_s^2$$

converge, car $f(x)$, $\varphi_1(x)$ et $\varphi_2(x)$ admettent les dérivées du premier ordre dans l'intervalle (a, b).

Donc, *la série*

$$\sum_{s=1}^{\infty} A_s V_s(a) \tag{6}$$

converge absolument. Posons maintenant

$$f(x) = \sum_{s=1}^{n} A_s V_s(x) + R_n(x).$$

Il est évident que

$$R_n^2(x) - R_n^2(a) = 2\int_a^x R_n(x) R_n'(x)\, dx,$$

d'où

$$R_n^2(x) < R_n^2(a) + 2\sqrt{S_n}\sqrt{T_n}, \qquad S_n = \int_a^b R_n^2(x)\, dx.$$

En tenant compte de (5) et du théorème général du n° 7 de mon Mémoire : *Sur certaines égalités générales, etc.* (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, 8e série, Vol. XV, n° 7, 1904, p. 14), on trouve

$$R_n^2(x) < R_n^2(a) + \varepsilon_n, \tag{7}$$

où $\varepsilon_n < \varepsilon$ pour $n \gtreqless \nu$, ε étant un nombre positif donné à l'avance ne dépendant pas de x, ν étant un entier assez grand.

La convergence de la série (6) et celle de l'inégalité (7) suffisent pour s'assurer que *la série*

$$\sum_{s=1}^{\infty} A_s V_s(x)$$

converge uniformément dans l'intervalle (a, b).

Il suffit enfin de se rappeler le théorème du n° 11 de mon Mémoire, tout à l'heure mentionné, pour en déduire immédiatement le théorème A, énoncé plus haut.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes orthogonaux de fonctions et l'équation de Fredholm.* Note [1] de M. **Frédéric Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

Dans une Note présentée récemment à l'Académie [2], j'ai indiqué un théorème relatif aux systèmes orthogonaux de fonctions; je me suis borné à regarder des fonctions d'une variable, définies dans un intervalle. Dans la présente Note j'indiquerai la marche à suivre pour étendre le théorème au cas de fonctions d'une ou de plusieurs variables, définies dans un ensemble mesurable quelconque. A cette occasion, je donne aussi la généralisation d'un théorème bien connu, relatif à l'intégration du produit de deux fonctions représentées par leurs coefficients de Fourier. Enfin, j'appliquerai mon théorème à résoudre l'équation de M. Fredholm.

1. D'abord, on a le théorème : *Soit* $\varphi_1(x)$, $\varphi_2(x)$, …, *un système orthogonal normé de fonctions définies sur un intervalle ab, sommables et de carré sommable; c'est-à-dire un système tel que l'on ait*

$$\int_a^b \varphi_i(x)\varphi_j(x)\,dx = 0\,(i \neq j); \qquad \int_a^b \varphi_i(x)^2\,dx = c^2$$

pour toutes les fonctions du système. De plus, on supposera que le système soit complet, c'est-à-dire qu'il n'existe pas de fonction sommable et de carré sommable, autre que les fonctions de l'intégrale 0, *orthogonale à chaque fonction du système.*

Alors, pour deux fonctions $f(x)$ *et* $g(x)$ *quelconques, définies sur l'intervalle ab, sommables et de carré sommable, on a*

$$(1) \qquad c^2\int_a^b f(x)g(x)\,dx = \sum_i \int_a^b f(x)\varphi_i(x)\,dx \int_a^b g(x)\varphi_i(x)\,dx.$$

Le théorème étant vrai au cas classique des coefficients de Fourier, on le démontrera aisément pour le cas général en faisant usage du lemme donné dans ma dernière Note, relatif à la résolution d'un système d'équations linéaires à une infinité d'inconnues.

---

[1] Présentée dans la séance du 2 avril 1907.

[2] Le 18 mars 1907.

2. *Le théorème donné dans ma dernière Note s'étend sans difficulté aux systèmes orthogonaux de fonctions d'une ou de plusieurs variables, définies dans un ensemble mesurable quelconque, sommables et de carré sommable.* En se servant du lemme déjà cité, relatif à la résolution d'un système d'équations linéaires, on ramènera la question relative à tous les systèmes orthogonaux définis dans un ensemble mesurable à construire un système orthogonal spécial de fonctions définies dans l'ensemble, normé et complet, et à étendre à ce système notre théorème et le théorème que je viens de donner, relatif à l'intégration du produit de deux fonctions. On construira un tel système à l'aide d'un système normé et complet de fonctions définies dans un intervalle. Par exemple, pour un ensemble plan E, on déterminera d'abord des nombres a et b tels que l'ensemble soit situé à l'intérieur du carré dont les sommets aient les coordonnées : $a_1 a_i$, $a_1 b_i$, $b_1 b_i$, $b_1 a$. Soit $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \ldots$ un système orthogonal, normé et complet, de fonctions définies dans l'intervalle ab. Alors le système des fonctions $\varphi_i(x)\varphi_j(y)$ sera un système orthogonal, normé et complet de fonctions définies dans le carré. On en déduira un système de fonctions représentées par des sommes finies de la forme

$$\Phi_k(x,y) = \sum_{i,j} c_{kij}\varphi_i(x)\varphi_j(y);$$

ce système étant orthogonal, normé et complet dans l'ensemble E. Or, pour ce système, nos théorèmes restent vrais; donc le théorème relatif à l'existence d'une fonction ayant pour coefficients de Fourier des nombres donnés d'avance dont la somme des carrés converge, peut être étendu à tout système orthogonal normé de fonctions, définies dans l'ensemble E.

Le théorème relatif à l'intégration du produit de deux fonctions vaudra pour tout système, normé et complet.

3. Notre théorème principal nous servira à résoudre l'équation de Fredholm

$$f(x) = \varphi(x) + \int_a^b \mathrm{K}(x,y)\varphi(y)\,dy, \tag{2}$$

sous la seule condition que les fonctions données $f(x)$ et $\mathrm{K}(x,y)$ soient des fonctions sommables, de carré sommable. Quant à ce sujet, je me borne aux indications suivantes :

On se servira d'un système orthogonal quelconque, normé et complet de fonctions définies dans l'intervalle ab. En multipliant l'équation (2) avec

les fonctions du système l'une après l'autre et en intégrant, à l'aide de la formule (1), on sera conduit à un système infini d'équations linéaires à une infinité d'inconnues. Or, on prouve aisément que notre système d'équations rentre dans la classification de M. Hilbert ([1]). Alors, deux cas sont possibles : ou notre système d'équations a une solution unique bien déterminée et pour laquelle la somme des carrés converge; ou donc le système homogène qui lui correspond a au moins une solution jouissant de la même qualité.

De plus, d'après les recherches les plus récentes de M. Schmidt, on pourra trouver ces solutions explicitement. D'après notre théorème il y aura toujours une fonction correspondant à une telle solution sommable et de carré sommable, qui peut être définie jusqu'à une fonction additive quelconque de l'intégrale o. Si l'on veut que la fonction soit solution de l'équation (2), respectivement de l'équation homogène qui lui correspond, il faudra la corriger par une fonction additive déterminée de l'intégrale o; cette correction sera faite par l'équation fonctionnelle elle-même.

Quant à des qualités spéciales de la fonction satisfaisant à l'équation, par exemple à la continuité en un point déterminé, on conclura directement en regardant les qualités des autres fonctions qui interviennent dans l'équation. Si, par exemple, ces fonctions dernières sont continues au point x_0, on prouvera la continuité de notre fonction au point x_0 à l'aide de l'inégalité bien connue de M. Schwarz.

Tout ce que nous avons dit s'appliquera de même au cas où les fonctions données et la fonction cherchée de l'équation (2) sont des fonctions définies *dans un ensemble mesurable quelconque*.

GÉODÉSIE. — *Sur l'altitude du Grand Pic de la Meije.* Note de M. Paul Helbronner, présentée par M. Michel Lévy.

Nous avions, dans nos précédentes Communications, fait prévoir que les premiers résultats altimétriques de nos triangulations des hautes régions des Alpes Françaises ne pourraient commencer qu'après l'exécution des calculs planimétriques des réseaux de toutes les stations primaires sur lesquelles se relèvent, en général, nos stations établies aux Repères du Service du Nivellement général de la France, dont l'ensemble forme les bases de départ altimétriques de nos triangulations.

([1]) *Göttinger Nachrichten*, 1906, p. 219.

Bien que ces calculs ne doivent venir qu'à la suite de toute la planimétrie, nous avons été amené, par l'intérêt de la question, à rechercher, dès à présent, la corrélation existant entre les altitudes des grands sommets des Alpes déduites du Nivellement *géométrique* de précision du Service du Nivellement général de la France et les altitudes déduites par le Nivellement *géodésique* exécuté en 1830 pour la triangulation du premier ordre du dépôt de la Guerre.

Nous n'avons pu relier directement les signaux du premier ordre du grand quadrilatère du capitaine Durand (Lyon-Belley-Aurant-le-Buis) à ces Repères, car les sommets sur lesquels ils sont situés ont des formes arrondies qui dérobent les points culminants aux vues directes des vallées, immédiatement voisines, dans le fond desquelles passent les cheminements du Nivellement général; et les fonds de vallées d'où l'on apercevrait ces signaux sont alors trop éloignés pour donner une précision suffisante dans le calcul des dénivelées, à cause de l'importance considérable que prendrait la variation de correction de la réfraction atmosphérique.

Mais, parmi nos stations primaires, le Grand Pic de la Meije, à cause de l'inclinaison considérable de ses pentes, permet des vues plongeantes, depuis son extrême sommet, sur presque toute l'étendue de la route de La Grave au Lautaret et au Galibier qui est suivie par un cheminement du Service du Nivellement.

D'autre part, en 1829-1830, le capitaine Durand, depuis ses stations du premier ordre (Taillefer, Goléon, Pelvoux, Thabor), a déterminé par visées d'intersection ce sommet très caractéristique. Il en a déduit l'altitude en fonction de celles de ces stations liées à l'enchaînement altimétrique qui se rattache au niveau de la Méditerranée par dénivelées géodésiques. Les quatre chiffres trouvés, variant de $3984^{m},7$ à $3988^{m},7$, firent adopter la cote de 3987^{m} pour la Carte de l'État-Major. Cette altitude est restée, jusqu'à ce jour, officielle, et sa précision peut être considérée comme de l'ordre de celle des sommets stationnés eux-mêmes.

En raison de ces considérations, nous trouvions donc sur ce sommet le premier terme de comparaison entre les altitudes des opérations géodésiques de la Carte de France en Dauphiné et les altitudes des points trigonométriques de nos opérations.

Dans celles-ci, la planimétrie de notre point primaire stationné *Grand Pic de la Meije* a été calculée par les visées émanées des quatre points géodésiques du premier ordre du Dépôt de la Guerre cités plus haut et aussi par les relèvements pris sur ces points depuis le sommet de la Meije; le polygone d'erreur de la compensation graphique de ce point, malgré les éloignements, variant entre 10^{km} et 31^{km}, des sept lieux

géométriques qui le déterminent, ne laisse qu'une indécision de quelques centimètres sur la position du point moyen, axe du petit signal construit au sommet. Les stations faites aux repères du nivellement dans cette partie de la vallée de la Romanche, en vue, notamment, de la détermination de l'altitude du Grand Pic de la Meije, sont données ci-dessous avec leur cote et le résultat que nous avons trouvé en chacune d'elles.

Nom de la station.	Cote du repère du Service du Nivellement général.	Altitude du Grand Pic de la Meije (sommet du Signal).
Repère de nivellement : Hospice du Lautaret................	2057^{m},808	3982^{m},7
Repère de nivellement : Hôtel de la Meije à La Grave.........	1481,784	3982,5
Repère de nivellement : Tunnel des Ardoisières.............	1542,011	3982,3
Repère de nivellement : Grande croix à l'ouest de La Grave..	1470,201	3982,4

dont la moyenne (les coefficients de poids étant égaux) est........ 3982,5

Nous avons ajouté à ces mesures directes une série de mesures indirectes :

Ayant relié trois de nos stations primaires directement à des stations de repère de nivellement général, nous avons obtenu les cotes suivantes (qui pourront varier peut-être légèrement dans la suite par l'adjonction d'autres résultats) :

Nom de la station.	Altitude du sommet du Signal.	Altitude du sol.	Cote admise jusqu'à ce jour (sol).
Roche du Grand Galibier............	3230^{m},7	3229^{m},2	3242^{m}
Pic de Combeynot (sommet principal).	3157,0	3154,9	3163
Pic des Trois Evêchés (ou La Part)......	3119,0	3117,9	3120,3 (E. M.)

Les visées depuis ces stations sur le Grand Pic de la Meije, ou de la Meije sur ces sommets, nous ont donné les résultats suivants :

Sur Pic de Combeynot..............................	3982^{m},6
De Pic de Combeynot..............................	3981,5
Sur Roche du Grand Galibier..........................	3983,5
De Roche du Grand Galibier..........................	3983,0
Sur Pic des Trois Evêchés (ou La Part)................	3982,9

dont la moyenne (sans coefficient de poids) est 3982,7 concordant avec le résultat direct. Nous adopterons, de l'ensemble de ces deux séries, pour le Grand Pic de la Meije, l'altitude de 3982^{m},5 (sommet du Signal) et de

3982^{m},3 (sol), le Signal (au 31 juillet 1906) comprenant quelques pierres superposées sur 0^{m},30 de hauteur.

De cette différence en moins, de 4^{m} d'altitude, on peut conclure, une fois de plus, à la justesse des opérations du Capitaine Durand.

Elle vient, en effet, à quelques décimètres près, confirmer l'écart presque constant que l'on a reconnu entre les cotes précises de la Carte de l'État-Major français (points trigonométriques), et celles données par le Nivellement géométrique, rapportées au même niveau zéro de la Méditerranée, dans la région des Alpes.

Nous rappellerons, d'autre part, que l'hypsométrie suisse, qui se base sur la cote de départ de la Pierre à Niton, dans le port de Genève, doit réduire de plus de 3^{m} (1) les anciennes cotes de la Carte de Suisse, basées sur celles de France, pour se mettre d'accord avec les cotes italiennes. (Notamment, le mont Blanc est coté à 4810^{m} sur notre Carte et 4807 sur l'État-Major italien.)

Nous pensons retrouver ultérieurement, dans la suite de nos calculs, cette correction moyenne pour toutes les cotes des points trigonométriques français qui rapprocherait ces dernières des valeurs trouvées, en Italie, pour les sommets de la frontière.

PHYSIQUE. — *Action du champ magnétique sur l'air ionisé en mouvement.* Note de M. A. **Blanc**, présentée par M. Mascart.

Un courant d'air, produit par un ventilateur, passe, après avoir été ionisé par le rayonnement de 2^{mg} de bromure de radium très actif, dans un tube à section rectangulaire T, placé entre les pôles d'un électro-aimant puissant. Un anémomètre donne le débit, d'où l'on déduit la vitesse à l'intérieur du tube T. Ce tube, long de 12^{cm}, est fermé aux deux extrémités par des toiles métalliques; sa section a 5^{cm} de longueur et 4^{cm} de largeur. Il porte sur une de ses faces parallèles aux lignes de force une électrode A (longue de 66^{mm} et large de 26^{mm}), isolée du tube par de l'ébonite et distante de 4^{cm} de la paroi opposée. Cette électrode est placée tout entière dans la région où le champ magnétique est sensiblement uniforme. Elle est reliée à l'une des paires de quadrants d'un électromètre Curie; l'autre

(1) *Carte du mont Blanc,* de MM. Barbey et Kurz, 1896 et 1905.

paire de quadrants est mise au sol (la cage de l'appareil), ainsi que le tube T. L'électrode A et les quadrants correspondants, d'abord au sol, peuvent être isolés à l'aide d'un interrupteur.

Chaque ion, de charge e, possédant la vitesse v, sera soumis à une force

$$(1) \qquad X = Hev,$$

dirigée vers l'électrode A ou en sens inverse, suivant son signe et la direction du champ magnétique H. L'électrode A se chargera jusqu'à ce que sa charge produise à l'intérieur du tube un champ électrique faisant équilibre à la force X.

Bien que la vitesse du courant d'air puisse atteindre 6^m par seconde et l'intensité du champ magnétique 4000 gauss, la force X est égale à celle qu'on aurait dans un champ électrique de $0^{volt},024$ par centimètre seulement : l'intensité recueillie par A sera donc très faible.

Or, quand on fait passer le courant d'air ionisé sans exciter l'électroaimant, l'électrode reçoit déjà une faible charge négative due à la différence des vitesses de diffusion des ions des deux signes au voisinage de l'électrode; l'image donnée par le miroir de l'électromètre se déplace d'une division sur la règle en un certain temps t_0. Quand on produit le champ magnétique dans un sens tel que les ions positifs se meuvent vers l'électrode, ce temps prend une valeur plus grande t_1. Si l'on change le sens du champ, on trouve une valeur t_2, inférieure à t_0. Exemple :

$$t_0 = 11 \text{ sec.} \tfrac{1}{2}; \qquad t_1 = 14 \text{ sec.}; \qquad t_2 = 9 \text{ sec.} \tfrac{1}{4}.$$

On déduit facilement de là l'intensité due à la force X seule pour les ions des deux signes. *Si l'on admet que les mobilités des ions ne sont pas modifiées par le champ magnétique*, on pourra déduire la valeur même de X de cette intensité, en la comparant à celle qu'on obtient quand on établit à l'intérieur du tube T un champ électrique connu, assez faible pour que l'intensité recueillie soit proportionnelle au champ.

La valeur de X déduite de cette comparaison et celle qu'on peut calculer par la formule (1) concordent à $\frac{1}{10}$ et même à $\frac{1}{20}$ près. On ne pouvait espérer mieux, car les intensités ne sont pas connues avec une grande précision.

On a, pour les intensités relatives aux ions des deux signes,

$$i_2 = nSek_2Hv,$$
$$i_1 = nSek_1Hv$$

(S étant la surface de l'électrode et n le nombre d'ions par centimètre cube). Le rapport des intensités est donc égal au rapport des mobilités. On trouve ainsi que les ions négatifs ont une mobilité plus grande que les positifs; les rapports obtenus oscillent entre 1 et 1,6. La moyenne de quatorze expériences est 1,32.

Nous avons supposé dans ce qui précède que le champ magnétique ne modifie pas les mobilités. On peut s'en assurer directement :

Le tube précédent T est remplacé par un tube à section rectangulaire allongée (6^{cm} sur 2^{cm}), muni en son centre de deux électrodes plates carrées (2^{cm} de côté), placées dans le prolongement l'une de l'autre et séparées par un intervalle de 1^{mm}. On mesure les mobilités par la méthode des courants gazeux (Zeleny). La forme plate des électrodes et du tube permet de mesurer les mobilités quand les ions se meuvent soit dans le plan des lignes de force, soit dans un plan perpendiculaire, suivant l'orientation du tube entre les pôles de l'électro-aimant. La courbe qui donne l'intensité recueillie par la deuxième électrode en fonction du champ électrique est, il est vrai, un peu déformée, le champ électrique étant moins uniforme qu'avec un tube et des électrodes circulaires. Mais cela n'a pas d'importance, puisqu'il s'agit seulement de voir si la forme de cette courbe est modifiée par le champ magnétique. Or, avec des champs de 4000 gauss, quelle que soit l'orientation du tube, on ne peut déceler aucune modification de la courbe, donc aucune variation des mobilités.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les oscillations d'ordre supérieur (harmoniques) dans l'étincelle électrique.* Note de M. **G.-A. Hemsalech**, présentée par M. G. Lippmann.

Dans sa théorie de la décharge d'un condensateur, Kirchhoff a établi une formule qui prévoit une série d'oscillations de périodes décroissantes. Plusieurs physiciens, notamment Lecher, Rubens, Lamotte et Drude, ont cherché, par des méthodes indirectes, à étudier expérimentalement ces oscillations d'ordre supérieur. Mais, jusqu'à présent, on n'a pas réussi à démontrer leur existence dans une étincelle électrique placée dans le circuit de décharge d'un condensateur. Je me permets donc de présenter à l'Académie des Sciences les quelques résultats que j'ai obtenus à l'aide d'une méthode employée jadis par M. Schuster et moi-même [1] dans nos recherches sur l'étincelle électrique.

---

[1] Schuster et Hemsalech, *Philosophical Transactions of the Royal Society, London,* t. CXCIII, 1899, p. 189.

Cette méthode consiste à projeter l'image de l'étincelle sur la fente d'un collimateur, la direction de l'étincelle étant parallèle à la fente. Ensuite l'image de la fente est projetée sur une pellicule photographique fixée sur la périphérie d'une poulie qu'on fait tourner avec une vitesse suffisante pour pouvoir séparer les unes des autres les oscillations dans la décharge.

L'étincelle était produite par la décharge d'un condensateur (capacité (variable de 0,0037 à 0,023 microfarad) à travers une self-induction variable de 0,0029 à 0,036 henry) et éclatait entre des boules de magnésium de 8^{mm} à 10^{mm} de diamètre. La distance explosive variait de 3^{mm} à 5^{mm}.

L'examen des photographies obtenues de cette manière a révélé la présence de stries très marquées et équidistantes dans chacune des oscillations d'une même décharge. Ces stries sont surtout bien développées dans la première et la deuxième oscillation. La variation de la capacité des électrodes ne changeait en rien ni l'aspect, ni la distance entre ces stries. Donc, ces stries ne sont pas dues à des intermittences qui auraient pu se produire par l'intermédiaire de la capacité des électrodes. Il était alors permis d'avancer l'hypothèse que ces stries représentent, en réalité, des oscillations d'ordre supérieur ou même des harmoniques de l'oscillation fondamentale. Les mesures des photographies m'ont confirmé cette hypothèse : les intervalles entre les stries correspondent à des fréquences qui représentent des multiples de la fréquence des oscillations fondamentales.

La première oscillation de chaque décharge contient l'harmonique le moins élevé, tandis que les harmoniques d'ordre plus élevé sont développés dans les oscillations ultérieures.

Le Tableau suivant contient quelques-uns des résultats numériques que j'ai obtenus :

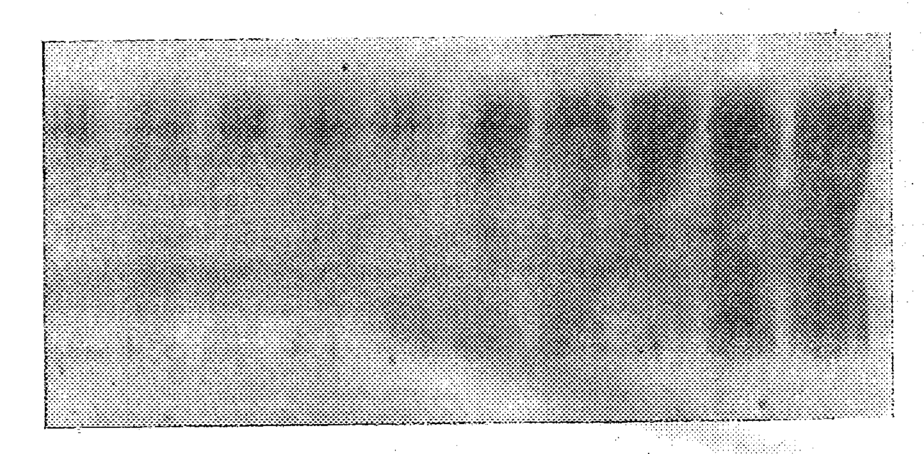
Capacité (1).	Self-induction.	Numéro d'ordre de l'oscillation fondamentale.	Rapport entre les fréquences des harmoniques et des oscillations fondamentales.	
microfarad	henry			
0,0116	0,0125	1	5,07	
0,0073	0,0125	1 et 2	4,01	
0,0037	0,0125	1	3,04	dans une même décharge.
0,0037	0,0125	3	5,10	
0,0037	0,036	1	7,09	
0,0037	0,036	1	6,03	

On remarque que les nombres qui expriment le rapport entre l'harmo-

(1) La capacité a été calculée à l'aide de la formule $C = \frac{1}{4\pi^2 n^2 L}$.

nique et l'oscillation fondamentale sont tous un peu plus grands que le nombre entier.

La figure ci-dessous est la reproduction (agrandie) d'une photographie obtenue avec une capacité de 0,0073 microfarad et une self-induction



de 0,0125 henry. La longueur de l'étincelle était de $4^{mm},7$ et la vitesse de la pellicule photographique 1840 $\frac{cm}{sec}$. La décharge initiale se trouve à droite de la figure.

Les stries de la première oscillation constituent le quatrième harmonique de l'oscillation fondamentale, dont la fréquence était de 16600 par seconde.

Comme on le voit, les harmoniques sont surtout marqués dans la première oscillation. Or, j'ai constaté antérieurement (¹) que la première oscillation est très riche en vapeur métallique et que sa quantité diminue avec les oscillations suivantes. Il est donc manifeste que les harmoniques sont sinon uniquement, mais en grande partie la cause de la luminosité de la vapeur métallique dans l'étincelle. En outre la séparation des harmoniques en stries indépendantes prouve que la vapeur reste lumineuse seulement pendant le passage du courant dû à l'harmonique. Dans les autres oscillations où la vapeur métallique est moins abondante les harmoniques prennent leur chemin à travers l'air ionisé et, comme il n'a pas été possible de les séparer avec la même vitesse de la pellicule photographique, on doit supposer que l'air reste lumineux même après le passage du courant électrique.

(¹) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 1511.

L'existence des harmoniques dans ces oscillations est toutefois démontrée par la présence des stries *courtes* au voisinage immédiat de l'électrode. L'aspect de ces stries nous rappelle celui des *raies courtes* dans le spectre sans que nous puissions pour le moment démontrer une relation entre ces deux phénomènes.

J'ai obtenu les harmoniques aussi avec des électrodes en fer, cadmium et cuivre.

On peut rendre les harmoniques visibles à l'œil à l'aide de mon dispositif à courant d'air ([1]). En augmentant la vitesse du courant d'air jusqu'à environ 100^m par seconde on voit la première des oscillations fondamentales se décomposer très nettement en les harmoniques qui la constituent.

Il résulte de ces expériences que le phénomène de l'étincelle électrique est beaucoup plus complexe qu'on ne le supposait jusqu'à présent.

PHYSIQUE. — *Sur la constitution de l'atome et la loi de Coulomb.* Note de M. H. Pellat, présentée par M. H. Poincaré.

I. Dans une Note récente ([2]), j'ai montré que, pour concilier, avec les radiations émises réellement, la théorie d'après laquelle un atome serait constitué par une nuée de corpuscules gravitant autour d'un centre, sous l'influence d'une force électrique, les radiations lumineuses émises par l'atome ayant pour périodes les périodes mêmes de révolution des corpuscules, il fallait supposer, soit que l'atome n'a pas une forme sphérique et se rapproche beaucoup d'un disque, soit que la loi de Coulomb cesse d'être applicable aux distances intra-atomiques. J'ajoutais qu'il fallait examiner si la forme aplatie d'un atome est conciliable avec la stabilité de l'édifice. Je me propose dans cette Note de faire cet examen.

Deux genres de forces agissent sur un des corpuscules en mouvement dans l'atome : 1° des forces dues à l'action qu'exercent sur lui les charges positives et négatives qui existent dans le reste de l'atome, ces forces étant les mêmes que si les vitesses des corpuscules étaient nulles; nous les appellerons les *forces électrostatiques*, et nous admettrons qu'elles obéissent aux lois de Coulomb; 2° des *forces électromagnétiques* dues à ce que les corpuscules étant animés de grandes vitesses agissent les uns sur les autres comme des éléments de courants. Mais ces dernières forces sont négligeables vis-à-vis des premières; un calcul, trop long pour être reproduit ici, montre, en effet,

([1]) Hemsalech, *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1103.

([2]) *Sur la constitution de l'atome* (*Comptes rendus*, 4 mars 1907).

que le rapport de la force électromagnétique à la force électrostatique qu'exerce un corpuscule sur un autre est inférieur au rapport $\frac{vv'}{V^2}$, en désignant par v et v' les vitesses des deux corpuscules et par V la vitesse de la lumière; or, v et v' n'atteignent pas 10^8, tandis que V est égal à 3.10^{10}; ce rapport est donc inférieur à 10^{-5}.

Nous n'avons donc qu'à considérer les forces électrostatiques.

Supposons un atome plat, c'est-à-dire un atome dans lequel les orbites des corpuscules sont peu inclinées les unes sur les autres. Prenons comme plan des XY un plan moyen pour la position des orbites, de façon que les divers corpuscules soient, au moins au début, peu écartés de ce plan. Considérons le corpuscule A dont l'orbite est la plus inclinée sur XY; si les autres corpuscules n'existaient pas, c'est-à-dire s'il était soumis à l'action seule de la charge positive placée au centre O de l'atome, il décrirait une ellipse dont O serait un des foyers, et les maximums de sa distance z au plan des XY repasseraient périodiquement par les mêmes valeurs. Mais les autres corpuscules en agissant produisent sur A une force qui tend à l'écarter du plan des XY; les maximums des distances z au plan des XY iront donc en croissant, jusqu'à ce que la trajectoire de A soit devenue à peu près symétrique par rapport à XY, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'elle passe, ou à peu près, par l'axe OZ.

Considérons ensuite le corpuscule B, qui, après A, a sa trajectoire la plus inclinée sur XY. Le même raisonnement nous montre que sa trajectoire fera un angle de plus en plus grand avec XY, jusqu'à ce que l'action de A vienne limiter cette augmentation d'inclinaison. Et ainsi de suite pour les autres corpuscules : les forces répulsives qu'ils exercent entre eux tendent à les éparpiller de façon que leurs trajectoires s'écartent de plus en plus les unes des autres.

Un atome plat ne peut donc pas être stable; la forme stable de l'atome est voisine d'une forme sphérique.

Il résulte ainsi des conséquences de cette Note et de la précédente que :

La loi de Coulomb doit cesser d'être exacte aux très petites distances de l'ordre des distances intra-atomiques; la force attractive doit augmenter moins rapidement que l'inverse du carré de la distance ou la force répulsive plus rapidement.

II. A propos de ma dernière Note, M. Tommasina fait remarquer que les atomes doivent être, en général, électrisés, c'est-à-dire que ce sont des ions. Pour les atomes des métaux que j'ai considérés, la charge étant posi-

tive, cela ne fait que renforcer les conclusions de ma Note, comme le fait observer M. Tommasina. (Voir ci-dessous.)

Du reste, puisqu'on admet qu'il existe des molécules mono-atomiques neutres, il faut bien admettre qu'il existe des atomes neutres, au moins pour certains corps simples.

PHYSIQUE. — *Quelques observations à propos de la Note de M.* H. Pellat *sur la constitution de l'atome.* Note de M. **Th. Tommasina**, présentée par M. Poincaré.

La très intéressante Note de M. H. Pellat (*Comptes rendus,* 4 mars 1907) touche l'un des points les plus importants pour la théorie électrique de la constitution de l'atome, aussi je pense que toute observation qui pourrait apporter quelque lumière dans l'étude de ce difficile problème doit être examinée soigneusement.

M. Pellat, poursuivant le chemin indiqué par M. Langevin, en reprend le calcul sous une forme un peu différente et, en trouvant un résultat qui n'est pas d'accord avec l'expérience, prend en examen la valeur des trois hypothèses admises. C'est à propos du nombre de celles-ci que je présente mon observation. En effet, il y en a une quatrième que M. Pellat a considérée, au contraire, comme un fait, en écrivant dans sa Note : « Comme l'atome tout entier est neutre au point de vue électrique, ... ». Certes, cela est admis, mais en attendant ce n'est toujours qu'une hypothèse, et je vais tâcher de démontrer brièvement que c'est bien celle qu'il faut modifier, ou mieux éliminer.

Examinons la chose de près. Qu'est-ce que signifie l'affirmation contenue dans cette quatrième hypothèse au point de vue, précisément, de la théorie électrique de la matière? Elle signifie que l'atome ne possède aucune affinité chimique, car selon la nouvelle théorie ces affinités ne peuvent être qu'électriques, soit que l'on adopte les schémas proposés par M. J.-J. Thomson, soit qu'on en choisisse d'autres. Toujours est-il qu'en réalité donc l'atome seul ne peut pas être neutre, car, en outre, s'il en était ainsi, les atomes ne pourraient jamais constituer une molécule. Et il ne faut pas me répondre qu'ils peuvent recevoir des charges, car ces charges sont celles qui les constituent eux-mêmes, du moment qu'électriser un corps signifie lui donner davantage de corpuscules ou lui en enlever. Donc,

comme tout atome possède une tendance à s'unir à d'autres pour constituer la molécule, l'atome, étant incessamment actif, ne peut être jamais neutre. Or, être actif physiquement signifie l'être par rapport à quelque chose, c'est par rapport au milieu électromagnétique que les atomes le sont. Si donc M. Pellat applique cette condition de fait à son hypothèse de la forme aplatie de l'atome il pourra constater qu'elle vient l'appuyer très heureusement.

PHYSIQUE. — *Appareil pour la mesure de l'écoulement des liquides.* Note (1) de M. **Krebs**, présentée par M. d'Arsonval.

Nous employons, depuis quelque temps déjà, dans les essais de moteurs à pétrole, un appareil permettant de connaître à simple lecture le débit en litres à l'heure du combustible liquide consommé par le moteur.

Les renseignements fournis par cet appareil, pour l'écoulement des liquides en général, sont absolument de même ordre que ceux fournis par l'ampèremètre, pour l'électricité, ils donnent à chaque instant la mesure du débit.

Nous avons pensé que son emploi pourrait être de quelque utilité dans diverses circonstances et, en particulier, dans les expérience de laboratoire; c'est à ce titre que nous en donnons la description.

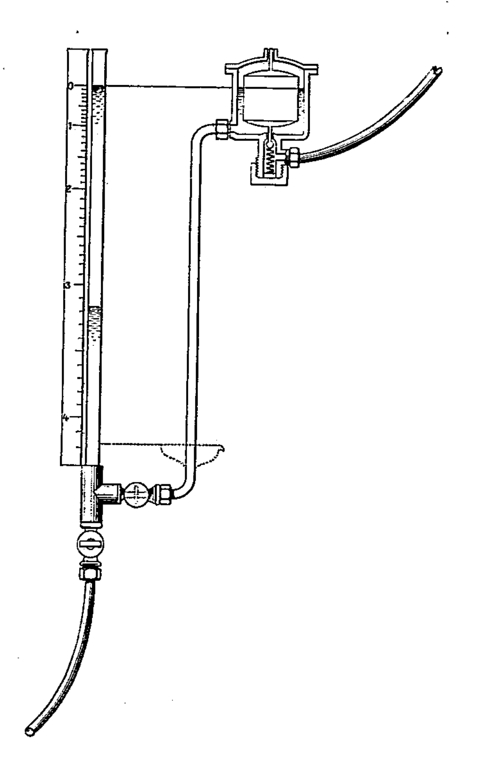
Un réservoir à niveau constant alimente la conduite par laquelle doit s'écouler le liquide dont on veut mesurer à chaque instant le régime d'écoulement. Dans cette conduite, à une certaine distance au-dessous du réservoir à niveau constant, est disposé un robinet portant un orifice relativement petit et percé en mince paroi. Immédiatement après ce robinet se trouve branché un tube vertical en verre montant un peu au-dessus du niveau du vase à niveau constant. Enfin on dispose quelque part sur la conduite (après le branchement du tube de verre, par exemple) un robinet destiné à régler l'écoulement du liquide.

Ce dernier robinet étant supposé fermé et le robinet avec orifice percé en mince paroi étant ouvert, le liquide s'élèvera dans le tube de verre au même niveau que dans le vase à niveau constant.

Mais, si l'on vient à ouvrir plus ou moins le deuxième robinet permettant au liquide de s'écouler, ce dernier est obligé de franchir l'orifice en mince paroi avec une vitesse proportionnelle au débit; la pression produisant cette vitesse est mesurée par la diffé-

(1) Présentée dans la séance du 2 avril 1907.

rence de niveau qui s'établit immédiatement entre le niveau du vase à niveau constant et celui que prend le liquide dans le tube de verre.



Ainsi, pour un orifice donné, les débits seront à chaque instant proportionnels aux racines carrées des dénivellations constatées dans le tube de verre.

Un calcul très simple permet de déterminer *a priori*, pour un liquide de densité donnée et un débit maximum prévu, la dimension à donner à l'orifice en mince paroi pour que la dénivellation maxima ne soit pas supérieure à la longueur du tube de verre. La graduation pourrait être faite *a priori*, mais il est préférable de déterminer un point de cette graduation par expérience directe comme on le pratique pour les thermomètres.

Le même appareil peut servir à mesurer le débit d'un liquide circulant en sens contraire; il suffit pour cela de remplacer le vase à niveau constant et son tuyau le réunissant à l'orifice en mince paroi, par un déversoir dont le niveau est placé de manière à correspondre à la partie basse du tube de verre. Pour avoir les indications de débit, il suffit de retourner la réglette portant la graduation.

A chaque orifice, et pour chaque nature de liquide, correspond une graduation.

Remarques au sujet du présent appareil; par M. D'Arsonval.

Le dispositif de M. Krebs, qui a la consécration de la pratique industrielle, est remarquable par son exactitude et sa simplicité. Il est appelé à rendre les plus grands services dans nombre d'expériences de laboratoire en raison même de sa facilité de construction et de l'absence de toute protection de la part de son auteur.

Il est de plus très facile de le rendre enregistreur et de totaliser ainsi des débits variables à chaque instant.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la lumière positive.* Note de M. P. Villard, présentée par M. J. Violle.

On admet généralement que le passage de l'électricité dans un gaz se fait uniquement par ionisation : les corpuscules cathodiques ionisent les molécules, et les ions produits, mis en mouvement par le champ, produisent à leur tour de nouveaux ions, cette multiplication des centres électrisés permettant ainsi le transport d'un courant quelconque par simple convection. Suivant cette manière de voir la gaine négative, premier effet de l'émission cathodique, précède nécessairement l'établissement de la décharge et les phénomènes lumineux doivent progresser de la cathode vers l'anode.

L'expérience montre que l'inverse a lieu. La figure marquée I sur la photogravure jointe à cette Note ne laisse subsister aucun doute à cet égard. Elle représente une décharge obtenue dans l'air raréfié à 15^{mm} et photographiée d'abord sur plaque au repos, puis sur la même plaque mise en mouvement à la main dans un châssis à coulisse. La source électrique était une bobine fonctionnant en transformateur et munie d'une soupape arrêtant une alternance sur deux; pendant le déplacement de la plaque deux décharges ont été enregistrées et l'écartement de leurs images correspondant exactement à une période du courant donne l'échelle des temps, qui croissent de haut en bas sur l'épreuve. On voit que, quand la plaque est en mouvement, la lumière positive qui forme la partie principale de l'image présente une inclinaison notable dont le sens indique un mouvement dans le sens anode-cathode.

Cette photographie révèle une particularité curieuse : chaque image est approximativement une ligne.

Or, pour que la résultante du mouvement de la plaque et du phénomène variable photographié soit une ligne, il faut que ce phénomène soit le déplacement d'un point. Si l'on photographiait de même une ligne s'allongeant à partir d'un point fixe (anode dans le cas actuel), on obtiendrait une aire. La décharge électrique a donc consisté ici en une masse lumineuse qui est partie de l'anode pour se diriger vers la cathode. Sa vitesse moyenne déduite des données de l'expérience était de 75^m par seconde et la masse lumineuse a parcouru son trajet en $\frac{1}{200}$ de seconde.

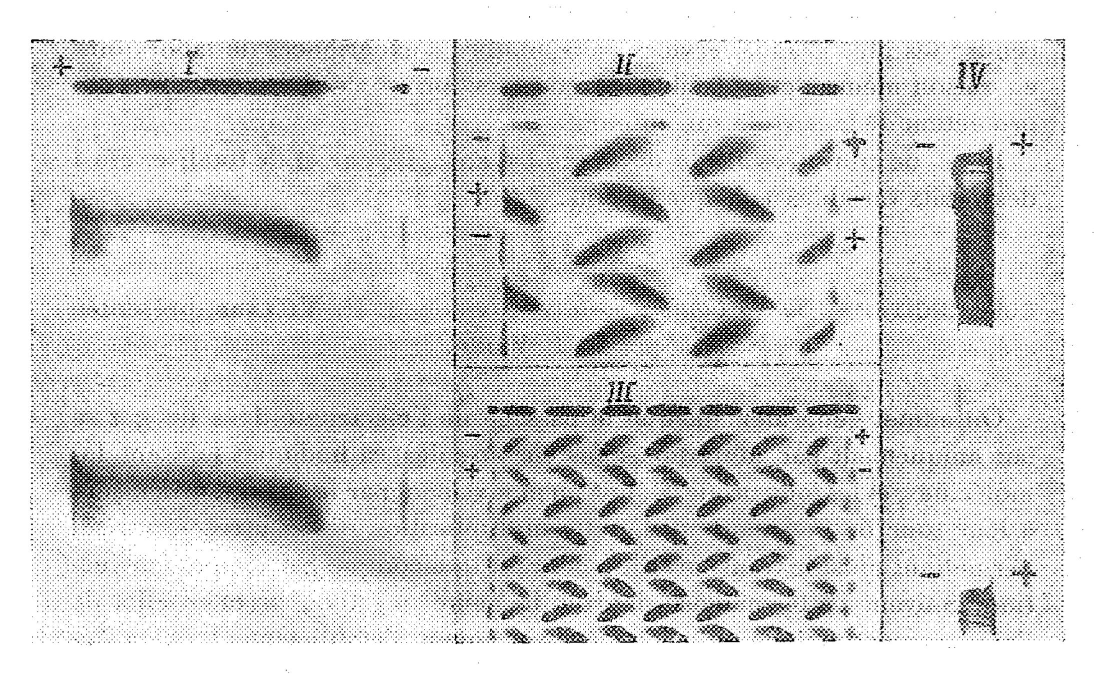


Fig. I. — Tube de 5^{cm} de diamètre; distance des électrodes : 47^{cm}; longueur de la lumière positive, 37^{cm}; diamètre, $1^{cm},5$. Lumière négative négligeable. Pression, 15^{mm}. En haut de la figure, photographie sur plaque au repos. Cette partie de la plaque est ensuite masquée, et la plaque mise en mouvement a enregistré les deux décharges suivantes à $\frac{1}{42}$ de seconde d'intervalle. Durée de chaque décharge, $\frac{1}{200}$ de seconde. Intensité, $0^{amp},04$ (moyenne); voltage efficace, 4000 volts. Le temps croît de haut en bas.

Fig. II. — Même tube, même courant moyen, mais en laissant passer les deux alternances. Le déplacement de la plaque est trois fois moins rapide que précédemment. En haut : tube photographié sur plaque au repos; au-dessous, cinq alternances.

Fig. III. — Tube semblable au précédent, mais plus long (90^{cm} entre électrodes).

Fig. IV. — Arc à haut voltage à l'air libre (courant alternatif avec soupape). Le bec visible à l'anode indique que la décharge commence par le côté anodique. Durée de la décharge, $\frac{1}{100}$ de seconde. Durée de l'allumage, $\frac{1}{1000}$ de seconde. Une période et demie figurée.

Si la source électrique est continue, l'allumage de l'étincelle se fait encore de même, mais un régime permanent s'établit et la photographie sur la plaque mobile donne alors une large bande parallèle à l'axe des temps, allant de l'anode à l'espace de Faraday, et dont le bord initial, toujours renforcé, est la ligne oblique de la figure I.

La figure IV montre qu'à la pression ordinaire l'allumage commence également à l'anode et qu'il s'écoule un temps appréciable avant que la lumière n'apparaisse à la cathode. On voit, par l'écartement des images, que la vitesse de la plaque était considérable ($2^m,40$ par seconde) et que le phénomène est rapide : aussi le régime permanent peut-il s'établir et donner une flamme qui dure jusque vers la fin de l'alternance.

A une pression donnée la vitesse de propagation de l'allumage varie quand on écarte ou rapproche les électrodes, ce qui ne modifie cependant pas le champ. Elle est sensiblement proportionnelle à cette distance, c'est-à-dire au chemin à parcourir. Autrement dit, c'est la durée de l'allumage qui reste constante.

Si l'on augmente l'intensité du courant, la lumière positive s'allume en plusieurs points à la fois et tend par suite à se segmenter. Avec un courant à fréquence élevée (500 périodes, par exemple), elle se subdivise en plusieurs fragments bien séparés qui font penser à l'éclair en chapelet. On obtient le même résultat avec les fréquences courantes en laissant passer les deux alternances. La longueur des segments varie à peu près comme le courant, ce qui permet de les obtenir à volonté contigus ou largement séparés. Au miroir tournant ou sur plaque photographique mobile, on voit que chaque segment est la trajectoire d'une masse lumineuse qui progresse dans le sens anode-cathode (*fig.* II et III). Le chemin à parcourir étant ici moindre que dans le cas de la figure I la vitesse est également plus faible, conformément à ce qui est dit plus haut. Cette faible vitesse est indiquée par le nombre d'alternances enregistrées sur un espace restreint de la plaque.

Ces divers segments ne sont indépendants qu'en apparence : l'action d'un aimant dévie leur ensemble comme s'il n'existait aucune subdivision et donne l'idée d'une comparaison avec une guirlande de lampes à incandescence reliées en série par des fils obscurs. On est ainsi ramené à l'hypothèse de la chaîne anodique au moyen de laquelle j'ai antérieurement expliqué les propriétés magnétiques de la lumière positive.

J'ajouterai, en terminant, que la lumière négative peut manquer totalement et que cette absence qui est de règle dans les décharges intenses conduit à une conception simple des propriétés de l'arc.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages nickel-étain.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte. (Extrait.)

A la séance du 18 mars dernier, M. Vigouroux a présenté quelques résultats obtenus sur les alliages étain-nickel.

Des recherches importantes ont déjà été faites sur ces produits. Guettier signale, dans son Traité : *La fonderie en France,* la possibilité d'obtenir des alliages homogènes avec toutes proportions de nickel et d'étain (1).

M. Henri Gautier a déterminé le *liquidus* de ces alliages; la courbe présente un maximum correspondant à 40 pour 100 de nickel et à une température de 1310° et deux eutectiques, l'un à 0,1 pour 100 de nickel fondant à 231°, l'autre à 66 pour 100 de nickel fondant à 1190° (2). Le *solidus* n'a pas été tracé.

Nous avons repris l'étude de ces alliages par micrographie et nous avons déjà publié quelques résultats (3).

Des recherches récentes plus approfondies nous ont conduit à l'établissement précis du diagramme de ces alliages qui fera l'objet d'un article détaillé.

Le nickel et l'étain sont susceptibles de former quatre solutions solides etune combinaison :

Une solution α magnétique renfermant de o à 5 pour 100 d'étain;

Une solution α à même teneur en étain, mais non magnétique;

Une solution β qui contient de 38 à 41 pour 100 d'étain;

Une solution γ renfermant de 55 à 60 pour 100 d'étain, enfin la combinaison NiSn, qui se présente en beaux cristaux, visibles à l'œil nu.

La constitution des autres alliages refroidis lentement est la suivante : Les alliages renfermant de 5 à 38 pour 100 d'étain sont formés de la solution α ou de la solution β entourée d'eutectique $\alpha - \beta$;

Ceux contenant de 41 à 55 pour 100 d'étain, de la solution β et de la solution γ; ceux renfermant de 60 à 67 pour 100 d'étain de la solution γ et de la combinaison NiSn;

---

(1) Guettier, *La fonderie en France,* t. III, p. 65; Bernard et Cie, éditeurs.

(2) Henri Gautier, *Contribution à l'étude des alliages,* p. 93 (*Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale*).

(3) *Étude industrielle des alliages métalliques,* 1906. Dunod et Pinat, éditeurs.

Enfin, ceux renfermant de 65 à 100 pour 100 d'étain, du composé NiSn ou d'étain entouré de l'eutectique $\gamma - Sn$.

Les alliages renfermant moins de 38 pour 100 d'étain sont seuls magnétiques à la température ordinaire : ils renferment tous la solution α, soit à l'état libre, soit dans l'eutectique. Cette solution est le seul constituant magnétique des alliages nickel-étain. Tous les alliages ont des points de transformation correspondant au passage de l'état magnétique à l'état non magnétique.

Ces points de transformation seront précisés ultérieurement.

Il existe donc bien deux solutions α et α', l'une magnétique, l'autre non magnétique.

En dehors de ces alliages renfermant moins de 48 pour 100 d'étain, il n'en existe pas qui présentent des points de transformation.

Au point de vue industriel, on peut ajouter que seuls les alliages des deux zones extrêmes sont intéressants, ceux formés de la solution α et ceux formés d'étain et de l'eutectique $Sn - \gamma$. Ils sont ductiles et peuvent subir les mêmes traitements mécaniques que le nickel ou l'étain, la dureté des métaux initiaux est augmentée.

Tous les autres alliages, sauf peut-être ceux contenant plus de 90 pour 100 d'étain, qui renferment peu de solution γ, sont extrêmement durs ou fragiles; le maximum de la fragilité est atteint lorsqu'on est en solution γ.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques propriétés des protoxydes alcalins.* Note de M. E. **Rengade**, présentée par M. A. Haller.

Ces protoxydes ont été préparés suivant la méthode indiquée antérieurement [1] en ayant toutefois la précaution de supprimer (sauf dans le cas du cæsium) la nacelle d'argent primitivement indiquée, et d'opérer l'oxydation et la distillation du métal alcalin directement dans le verre. On y trouve cet avantage, avec le rubidium, que l'on n'a plus à craindre de voir le métal incomplètement oxydé grimper et déborder de la nacelle, inconvénient que l'on ne pouvait éviter qu'en élevant rapidement la température vers 250°, ce qui avait pour résultat de donner un oxyde mal cristallisé. Au contraire la sublimation de l'excès de rubidium opérée dans le verre à 180° laisse

(1) *Comptes rendus,* t. CXLIII, 1906, p. 592 et 1152.

après quelques heures des cristaux bien nets et assez gros de protoxyde, d'apparence octaédrique. Avec le potassium et le sodium, on peut examiner au microscope la partie du tube où s'est opérée la sublimation de l'excès de métal, et y observer également de petits cristaux octaédriques très nets. Mais la plus grande partie de ces deux oxydes n'a pu se dissoudre dans l'excès de métal et est demeurée amorphe.

Le verre n'est pas sensiblement attaqué dans ces expériences; il est seulement coloré en brun par les vapeurs de sodium.

Les oxydes de rubidium, de potassium et de sodium ainsi obtenus sont moins colorés que le protoxyde de cæsium : celui de rubidium est jaune pâle à froid, jaune d'or à chaud; celui de potassium, blanc à la température ordinaire, est jaune clair à 200°; celui de sodium est à peine jaunâtre à chaud.

Ces oxydes présentent les mêmes propriétés que celles déjà étudiées pour le protoxyde de cæsium. C'est ainsi qu'en les chauffant au-dessus de 400° on les décompose en bioxyde et métal qui se volatilise. La même décomposition s'effectue à froid au contact de l'ammoniac liquide; le métal-ammonium formé réagit du reste à son tour sur le bioxyde, en sorte que le résultat définitif de l'action de l'ammoniac sur les protoxydes est un mélange équimoléculaire d'hydrate et d'amidure. Cette réaction est terminée en quelques minutes avec les oxydes de rubidium ou de potassium; mais avec le protoxyde de sodium elle est très lente et demande plusieurs jours.

L'hydrogène réduit également les trois protoxydes comme il réduisait celui de cæsium, vers 180°-200°. Il se forme un mélange à molécules égales d'hydrate et d'hydrure. En chauffant ce mélange dans le vide au-dessus de 300°, l'hydrure se dissocie et il se sublime la moitié du métal alcalin contenu dans l'oxyde primitif.

Les propriétés suivantes ont été observées sur le protoxyde de cæsium, et vérifiées dans la plupart des cas sur les trois autres protoxydes :

Le fluor ne se combine pas à froid aux protoxydes alcalins. Mais, en chauffant un peu, il se fait une réaction assez vive avec production de lumière. Le chlore se comporte d'une manière analogue. L'iode, chauffé légèrement dans le vide avec l'oxyde alcalin, produit une vive incandescence sans dégagement gazeux. Le résidu repris par l'eau donne une solution incolore, d'où les acides étendus précipitent de l'iode.

L'oxygène bien sec est sans action à froid sur le protoxyde de cæsium. L'absorption ne commence que vers 150° et conduit directement au peroxyde Cs^2O^4.

Le soufre légèrement chauffé donne une réaction vive avec production de polysulfure et de sulfate.

Le bore et le charbon de sucre ne paraissent pas réagir à une température inférieure à 400°, au delà de laquelle le protoxyde se décompose de lui-même.

L'eau réagit avec violence sur les quatre protoxydes : si l'on fait tomber dans ce

liquide un fragment de ces composés, il se produit une combinaison immédiate avec incandescence et projections. L'alcool absolu dissout le protoxyde de cæsium en s'échauffant beaucoup. Il réagit plus lentement sur les oxydes de potassium et de sodium.

L'anhydride sulfureux produit au contact du protoxyde de cæsium légèrement chauffé une inflammation immédiate avec formation d'un mélange de sulfure et de sulfate. Avec l'hydrogène sulfuré, l'inflammation se produit d'elle-même à la température ordinaire.

L'anhydride carbonique bien sec ne réagit pas à froid. Il est absorbé vers 300° avec formation de carbonate.

La détermination des densités de ces protoxydes, prises dans le toluène bien sec et rapportées à l'eau à 0°; a donné :

Pour le protoxyde de sodium	$d_0^0 = 2,25$
Pour le protoxyde de potassium	$d_0^0 = 2,32$
Pour le protoxyde de rubidium	$d_0^0 = 3,72$
Pour le protoxyde de cæsium	$d_0^0 = 4,78$

Ces nombres croissent progressivement du sodium au cæsium, en même temps que les poids atomiques.

Les protoxydes de cæsium et de rubidium, abandonnés quelque temps à la température ordinaire dans le tube vide d'air où s'est effectuée leur préparation, ne tardent pas à changer d'aspect : l'oxyde de cæsium perd peu à peu sa belle couleur rouge et devient noir. Celui de rubidium prend par places une couleur cuivrée à reflets métalliques. Ces changements de coloration ne se produisent pas si l'on conserve les oxydes, dans le vide, dans un tube ne contenant pas de métal alcalin. Ils disparaissent, et les oxydes reprennent leur teinte primitive quand on les chauffe quelque temps à l'étuve (une température de 60° à 80° suffit); on voit alors se déposer dans la partie non chauffée du tube un léger anneau de métal alcalin. Cette observation montre que le cæsium et le rubidium ont à la température ordinaire une tension de vapeur sensible, et que ces vapeurs sont absorbées énergiquement par les protoxydes correspondants. D'ailleurs la combinaison formée, si elle existe, est très peu stable, puisqu'il suffit d'une température inférieure à 100° pour la dissocier. Des phénomènes analogues se produisent aussi, bien que moins nettement, avec le potassium. On ne les observe pas avec le sodium.

Enfin il est à remarquer que les vapeurs des métaux alcalins paraissent ne se diffuser que très lentement dans le vide. C'est ainsi que dans les expériences précédentes l'absorption des vapeurs par les protoxydes se

produit beaucoup plus vite du côté qui est le plus proche de l'anneau de métal alcalin et d'autant plus vite que la distance de l'oxyde au métal est moins grande. De même un rétrécissement du tube suffit à arrêter presque complètement les vapeurs métalliques, même à chaud. Tout au moins ne traversent-elles la partie rétrécie (d'un diamètre de 1^{mm} environ) qu'avec une extrême lenteur. Ces faits confirment et généralisent les observations de Wood [1] sur la viscosité des vapeurs de sodium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des oxybenzoates.* Note de M. **Œchsner de Coninck**.

J'ai recherché si l'acide paroxybenzoïque pouvait être transformé en acide salicylique et, à cet effet, j'ai étudié l'action de la chaleur sur le paroxybenzoate de baryum. Ce sel a d'abord été porté brusquement à 275° et maintenu à cette température pendant près de 3 heures; il n'a pas été altéré. Puis, il a été porté peu à peu à 260°, et maintenu entre 255° et 260° pendant 12 heures; le résultat a été négatif. Enfin, le sel a été maintenu à 235°-240° pendant 32 heures. A la fin de cette expérience, on a laissé la température monter à 285° et on l'a maintenue pendant près de 2 heures. Il ne s'est pas formé d'acide salicylique, mais il y a eu production de matières colorantes qui se sont dissoutes en rouge grenat dans l'éther, après addition d'acide chlorhydrique.

Le résidu formé dans la troisième série d'expériences constituait une masse brune à odeur de phénol; il se dissolvait partiellement en rose clair dans l'eau froide, en rouge hyacinthe dans l'eau chaude. Insoluble dans l'alcool très concentré, il s'est dissous en rouge clair dans l'ammoniaque et dans la potasse, en jaune foncé dans les acides chlorhydrique et acétique, en brun dans l'acide azotique étendu de son volume d'eau, en rouge clair dans l'acide sulfurique ordinaire. J'ajoute que je n'ai trouvé ni phénoquinone, ni oxyde de diphénylène.

L'addition des acides provoque un dégagement de CO^2; de fait, il s'est produit du carbonate de baryum aux dépens du paroxybenzoate de baryum renfermant de l'eau d'interposition ou de cristallisation

$$\left(C^6H^4\begin{matrix}\diagup OH\\ \diagdown CO^2\end{matrix}\right)^2 Ba + 2H^2O = CO^3Ba + 2(C^6H^5.OH) + CO^2 + H^2O.$$

(1) *Philosoph. Mag.*, 6e série, t. VIII, 1904, p. 296.

Si le paroxybenzoate est sec, il se fait un *sel basique* $C^6H^4\left\langle\begin{matrix}O\\CO^2\end{matrix}\right\rangle Ba$, et il y a aussi mise en liberté de phénol et de CO^2.

Paroxybenzoate de baryum. — Il commence à dégager CO^2 vers 280°-281°. Très soluble dans l'eau, il se dissout moins facilement dans les alcools méthylique et éthylique. Si l'on désigne par α la quantité d'un oxybenzoate dissoute au bout de 1 heure dans 10^{cm^3} de l'un de ces trois dissolvants, on a pour l'eau : $\alpha_{18^\circ} = 1^g,4$; pour CH^3OH : $\alpha_{+16^\circ,2} = 0^g,37$; pour C^2H^5OH (à 95°) : $\alpha_{+19^\circ,8} = 0^g,27$.

Paroxybenzoate de calcium. — Il subit les mêmes réactions que le sel de Ba sous l'action de la chaleur; il commence à dégager CO^2 vers 245°-246°. Pour l'eau : $\alpha_{20^\circ} = 1^g,09$; pour l'alcool (à 95°) : $\alpha_{18^\circ} = 1^g,13$. Il se combine à l'alcool méthylique à la température ordinaire; chauffée, cette combinaison fournit du méthanol, un peu d'aldéhyde formique, puis se charbonne. Lorsqu'on additionne peu à peu d'eau le paroxybenzoate de calcium, il forme prise avec elle à la manière du gypse.

Salicylate de baryum. — Il commence à dégager CO^2 vers 250°-251°. Pour l'eau : $\alpha_{18^\circ} = 0^g,28$; pour CH^3OH : $\alpha_{18^\circ} = 0^g,18$; pour C^2H^5OH : $\alpha_{16^\circ,5} = 0^g,133$.

Salicylate de sodium. — Il commence à dégager CO^2 vers 260°-261° à la température ordinaire, 1 partie du sel se dissout dans 1,55 partie d'eau distillée; à + 16°,5, 1 partie du sel se dissout dans 20,9 parties d'alcool ordinaire (à 95°); à + 16°, 1 partie du sel se dissout dans 11,4 parties d'alcool méthylique pur.

Je continue ces recherches.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés iodés des éthers méthyliques de la pyrocatéchine.* Note de MM. **E. Tassilly** et **J. Leroide**, présentée par M. Haller.

L'action de l'iode sur le gaïacol en présence d'oxyde de mercure fournit un produit brun amorphe analogue à celui obtenu par Messinger et Vortmann [1] en faisant réagir l'iode sur le gaïacol en solution alcaline.

Ce produit renferme des proportions d'iode variables et ne peut être considéré comme un gaïacol iodé chimiquement défini.

Pour préparer ce corps nous avons eu recours à la méthode d'ioduration par l'iode et l'oxyde de mercure, mais en y apportant des modifications qui ont permis de l'obtenir pur et cristallisé.

La méthode consiste à partir non plus du gaïacol, mais de l'acétylgaïacol que l'on prépare aisément en faisant réagir l'anhydride acétique sur ce phénol.

L'acétylgaïacol est, après rectification, traité par l'iode et l'oxyde de mercure en suivant la technique habituelle. On effectue la réaction au sein du tétrachlorure de car-

---

(1) *D. chem. Ges.*, t. LXXXIX, p. 2320.

bone et en présence d'un déshydratant. Celui qui nous a donné les meilleurs résultats est l'anhydride acétique.

La réaction terminée, on filtre pour séparer les composés mercuriques, on lave à l'eau, puis au bisulfite de soude, pour éliminer un léger excès d'iode, on termine par un lavage à l'eau suivi de dessiccation et l'on chasse le solvant au bain-marie.

On obtient ainsi un acétyliodogaïcol, $C^6H^3{-}\begin{cases}O.COCH^3\\O.CH^3\\I\end{cases}$ que l'on purifie par cristallisation dans l'alcool. Il fond à 74°.

En partant du benzoylgaïacol on obtient de même le benzoyliodogaïacol $C^6H^3{-}\begin{cases}O.COC^6H^5\\O.CH^3\\I\end{cases}$ difficilement cristallisable et fondant à 80°-81°.

L'un ou l'autre de ces corps traité par la potasse fournit un dérivé alcalin, corps soluble dans l'eau et facilement transformé par les acides en gaïacol iodé. Ce corps, essoré, lavé à l'eau froide, est purifié par cristallisation dans l'alcool.

Avec l'alcool à 96° on obtient de gros cristaux légèrement colorés en brun et avec l'alcool à 75° des petites paillettes incolores et brillantes ayant le même point de fusion, 87°-88°.

Pour établir la constitution du gaïacol iodé on est parti du nitrogaïacol préparé par la méthode de Cousin [1]. Ce corps par réduction fournit un aminogaïacol dans lequel le groupe AzH^2 se trouve en position (4).

Par diazotation et traitement par l'acide iodhydrique concentré, on a obtenu un iodogaïacol identique au précédent et dans lequel la position de l'iode est déterminée.

L'iodogaïacol préparé par notre méthode est donc un gaïacol paraiodé

$$C^6H^3{-}\begin{cases}OH & (1)\\OCH^3 & (2)\\I & (4)\end{cases}$$

Par méthylation de ce produit on a obtenu un vératrol iodé, identique au vératrol iodé obtenu en partant de la vératrylamine par diazotation et traitement à l'acide iodhydrique. Tous deux fondent à 34°-35° et correspondent à la formule

$$C^6H^3{-}\begin{cases}OCH^3 & (1)\\OCH^3 & (2)\\I & (4)\end{cases}$$

[1] *Journ. de Pharm. et de Chimie*, 6e série, t. IX, p. 276.

Ces réactions confirment la formule donnée précédemment pour le gaïacol iodé.

Le gaïacol iodé est légèrement soluble dans l'eau froide, un peu plus soluble à chaud, légèrement entraînable par la vapeur d'eau.

Il est soluble dans les solvants organiques : alcool, éther, benzine, CS^2, $CHCl^3$, CCl^4 et dans les huiles grasses.

L'acide sulfurique et l'acide nitrique mettent en liberté l'iode et donnent des dérivés sulfoné et nitré du gaïacol.

Par déméthylation, on n'a pu obtenir la pyrocatéchine iodée, bien qu'on ait employé successivement ClH, BrH, IH gazeux, IH en solution concentrée, enfin une solution d'acide iodhydrique saturée d'iode. Il y a toujours enlèvement d'iode et formation de pyrocatéchine.

Le sel de soude du gaïacol iodé se présente en fines aiguilles soyeuses très altérables. L'acide carbonique de l'air provoque la décomposition qui se manifeste par une insolubilité partielle dans l'eau.

En résumé, nous avons indiqué les conditions dans lesquelles il faut se placer pour obtenir un gaïacol monoiodé pur et cristallisé avec un bon rendement. Nous avons fixé la position de l'iode dans ce composé et nous avons donné ses caractères ainsi que ceux du vératrol monoiodé.

Nous nous réservons de vérifier si notre méthode est susceptible de généralisation.

MINÉRALOGIE. — *Galets et sables du Pas-de-Calais*. Note de M. **René Bréon**, présentée par M. Michel Lévy.

Lorsqu'on parcourt les vastes plages de sables qui s'étendent le long du Pas-de-Calais, sur la côte française, principalement dans les environs de Berck, on est étonné de trouver, associés à des galets de silex de la craie dont la présence s'explique tout naturellement par la démolition, sous l'influence des assauts de la mer, de l'ancienne falaise crayeuse, d'autres galets plus rares fournis par des débris de roches tout à fait inconnues dans le voisinage. Peu répandus sur la surface de la plage de Berck proprement dite, ils constituent sur le côté Nord, à l'entrée du large estuaire de la rivière d'Authie, un amas de quelque importance, à la limite des hautes marées. Les uns ont conservé des arêtes vives, les autres, plus nombreux, repris par la mer ont été roulés et arrondis par le frottement les uns contre les autres. Ces galets proviennent de roches cristallophylliennes et éruptives anciennes des plus variées; gneiss, schistes et quartzites primaires,

granite, granulite, microgranulite, diorite, syénite, serpentine dont il n'existe des gisements qu'à 250km à 300km environ dans l'Ouest-Sud-Ouest, sur les côtes de Bretagne ou du pays de Galles. M. Gosselet et divers savants ont déjà appelé l'attention sur ces dépôts exotiques.

L'étude approfondie des sables fins qui constituent la plage de Berck révèle aussi que leurs principaux éléments ont été empruntés à des roches n'existant pas dans la région et que leur origine doit être la même que celle des galets précédemment décrits, c'est-à-dire le massif armoricain.

Sous le microscope, ils se montrent en majeure partie composés de quartz hyalin, de roches éruptives anciennes et de quelques lamelles de mica blanc. Soumis à l'analyse par la liqueur dense au biiodure de mercure, sur laquelle flottent le mica et le quartz, ils laissent déposer un certain nombre de minéraux lourds plus rares, *fer oxydulé, tourmaline, grenat, diopside, chlorite* et quelques grains de *glauconie*. A l'exception de ce dernier minéral, évidemment fourni par le sol crayeux du rivage, les autres ne peuvent provenir que des roches anciennes que nous avons citées plus haut.

Si la connaissance de la composition minéralogique de ces galets et de ces sables conduit à la détermination à peu près indiscutable de l'emplacement occupé par les roches qui les ont fournis, il est plus difficile d'expliquer comment ces matériaux ont été transportés à des distances considérables, depuis leurs gisements d'origine jusqu'aux points où on les trouve aujourd'hui.

Pour les galets, l'hypothèse d'un transport par radeaux de glaces formés sur les côtes bretonnes, flottant poussés par le vent jusque sur les rivages de Picardie et lors de la fonte de la glace, y abandonnant les débris rocheux englobés au moment de la congélation, peut être admise, d'autant plus que des phénomènes similaires s'observent aujourd'hui en Russie sur les bords de la mer Baltique. Mais cette hypothèse, acceptable pour les galets, ne nous semble guère pouvoir être invoquée utilement pour expliquer le déplacement des milliards de mètres cubes de sables qui forment les plages et les dunes des côtes des départements du Nord, du Pas-de-Calais et de la Somme, et les causes de cet apport restent encore inconnues.

MINÉRALOGIE. — *Sur la coloration artificielle des minéraux.* Note de M. **Paul Gaubert**, présentée par M. A. Lacroix.

Pour décider entre les deux théories physique et chimique de la teinture des fibres végétales et animales, M. W. Suida (¹) s'est appuyé sur des recherches faites sur la coloration de certains minéraux par les couleurs d'aniline. Se basant sur le fait que seuls les composés silicatés naturels acides, dont la formule contient H ou (OH) [chrysotile $Si^2O^9Mg^3H^4$, muscovite $(SiO^4)^3Al^3KH^2$; lépidolite $Si^3O^9Al^2(Li, K)^2(F, OH)^2$, etc., etc.] ne se colorent que par les matières colorantes basiques (bleu de méthylène, fuchsine, etc.), M. Suida admet qu'il y a une véritable combinaison et il conclut, par comparaison, que c'est la théorie chimique qui doit être adoptée.

Mes observations sur la coloration artificielle des minéraux et sur celle des cristaux artificiels en voie d'accroissement dans une eau mère contenant en dissolution des matières colorantes, m'ont conduit à des conclusions opposées à celles de M. Suida.

1° D'abord, j'ai constaté que des minéraux absorbant les matières colorantes basiques se colorent aussi par des couleurs acides (acides picrique et picramique, picrates de potasse et d'ammoniaque). Le fait est mis facilement en évidence avec les minéraux du groupe de la serpentine et en particulier avec le chrysotile et la pilolite ou carton de montagne. Cependant les couleurs acides ou basiques ne se comportent plus de la même manière quand on opère sur la pilolite et le chrysotile préalablement chauffés au rouge sombre. Alors que le bleu de méthylène continue à être absorbé, les acides picrique et picramique, la fluorescéine ne donnent plus de coloration. Mais l'élimination partielle de l'eau du minéral entraîne un changement dans les propriétés physiques, parmi lesquelles il y a à signaler la diminution de la flexibilité des fibres de chrysotile, aussi l'attraction pour les diverses matières colorantes est-elle nécessairement modifiée.

2° Les fibres de chrysotile colorées possèdent au point de vue du polychroïsme les mêmes propriétés que les cristaux d'acide phtalique hydraté

(¹) W. Suida, *Ueber das Verhalten von Tierfarbstoffen gegenüber Stärke, Kieselsäure und Silikaten* (*Sitzungsber. Wien. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Klasse*, t. CXIII, Abt. IIᵇ, 1904, p. 725).

colorés par les mêmes substances. M. F. Cornu (¹) a constaté que, dans les minéraux colorés par M. Suida, le maximum d'absorption des rayons lumineux a lieu suivant le plus grand indice de réfraction n_g, comme dans les fibres végétales ou animales et j'ai déjà montré qu'avec l'acide phtalique le phénomène est identique. Or, les matières colorantes syncristallisant avec ce dernier se trouvent sous le même état que dans une dissolution aqueuse et ne forment pas de combinaison chimique, puisque, à chaque sorte de faces du cristal coloré, correspond un coefficient particulier d'absorption.

Les différentes matières colorantes donnent aux cristaux d'acide phtalique, suivant les indices principaux, certaines couleurs qu'on retrouve absolument identiques dans les fibres de chrysotile; cependant dans ce dernier corps le polychroïsme est plus faible que dans le premier, mais, si l'on range les matières colorantes suivant l'intensité du polychroïsme qu'elles produisent, elles se placent toujours dans le même ordre.

3° Le mode de pénétration de la matière colorante dans le chrysotile est aussi en faveur d'un phénomène physique. Les fibres de ce minéral, chauffées pendant quelques secondes au rouge, se colorent moins rapidement qu'avant et en se désagrégeant facilitent l'observation au microscope. On peut alors constater que l'absorption du bleu de méthylène se fait surtout par la section transversale de la fibre, c'est-à-dire par la base $p(001)$ du cristal. Ce fait, de même que la facilité de clivage suivant les faces latérales du prisme, est une conséquence de la forme du réseau cristallin du chrysotile. Je rappellerai qu'un phénomène du même ordre a été observé depuis longtemps avec les cristaux de heulandite : le départ et la pénétration de l'eau se font surtout suivant les faces perpendiculaires au clivage facile $g^1(010)$.

Les molécules de matière colorante engagées dans le réseau cristallin du chrysotile ont une mobilité assez faible, il faut au moins 3 jours pour que le bleu de méthylène pénètre complètement des fibres intactes de ce minéral ayant 3^{cm} de longueur et $0^{mm},5$ de diamètre.

La quantité de bleu absorbé par le minéral peut atteindre $\frac{1}{180}$ du poids de ce dernier, dans une solution aqueuse au $\frac{1}{2000}$. Le coefficient et la vitesse d'absorption paraissent varier avec la nature de la substance colorante.

En résumé, la coloration artificielle des fibres de chrysotile et des autres

(¹) F. Cornu, *Tschermak's min.-petrogr. Mitth.*, t. XXV, 1906, p. 453.

minéraux cristallisés pouvant absorber les couleurs d'aniline est un phénomène purement physique. Les cristaux de certaines substances laissent pénétrer dans leur réseau, et d'une manière inégale, suivant les différentes directions, les molécules de substances en dissolution. Le phénomène est de même nature que celui qui a été observé dans les zéolites par M. G. Friedel pour l'absorption des gaz et des liquides ([1]); cependant la heulandite, qui se laisse pénétrer comme les autres zéolites par ces derniers, arrête, d'après mes expériences ([2]), les matières colorantes en dissolution.

MINÉRALOGIE. — *Sur la* tschernichéwite, *une nouvelle amphibole.* Note de MM. **L. Duparc** et **F. Pearce**, présentée par M. A. Lacroix.

En étudiant les formations dévoniennes de la Wichéra (Oural du Nord), nous avons trouvé, près de Verkne-Tschouwal, un quartzite minéralisé, qui renferme une amphibole nouvelle, pour laquelle nous proposons le nom de *tschernichéwite* (dédiée à M. Tschernicheff, directeur du Comité géologique de Russie). Ce quartzite repose en bancs concordants sur les dolomies siliceuses qui forment la partie tout à fait supérieure du D^1 ou peut-être déjà la base du D^2. Au microscope, il est formé en grande partie par de la magnétite octaédrique avec de l'oligiste très subordonné, et du quartz grenu polyédrique. En général, les éléments ferrugineux forment le canevas de la roche et le quartz est localisé dans les cryptes; parfois cependant ce minéral l'emporte et ses octaèdres sont alors disséminés dans la masse quartzeuse finement grenue.

L'amphibole se trouve toujours dans les plages quartzeuses; elle est abondante dans la roche, mais de dimension microscopique. Les cristaux sont fortement allongés selon la zone du prisme, et présentent d'habitude les combinaisons $m(110)$ et $g^1(010)$; quelquefois nous avons observé $h^1(100)$, mais rarement; ils ne sont jamais terminés et ne nous ont pas paru être maclés. Les clivages $m(110)$ sont très nets; sur la section perpendiculaire à la bissectrice n_p ils se coupent sous un angle de 126°-127°. Le polychroïsme extraordinairement intense de cette amphibole, joint à sa dispersion, en rendent l'étude particulièrement difficile, aussi les propriétés optiques que nous avons déterminées sont-elles forcément incomplètes; néanmoins elles suffisent entièrement pour caractériser l'espèce comme nouvelle.

L'allongement des cristaux est négatif, et le plan des axes optiques est perpendicu-

([1]) G. Friedel, *Bull. Soc. fr. de Minér.*, t. XIX, 1896, p. 94.

([2]) P. Gaubert, *Bull. Soc. fr. de Minér.*, t. XXVI, 1903, p. 178.

laire à $g^1(010)$; sur les sections normales à n_p, en effet, la trace du plan des axes passe dans l'angle aigu des clivages $m(110)$; sur $g^1(010)$, n_p s'éteint à 4° environ de l'arête $h^1 g^1$ sans qu'il soit possible de préciser le sens de l'extinction. La bissectrice aiguë paraît être n_g; mais, l'angle 2 V étant voisin de 90°, il est difficile d'être affirmatif, surtout étant donnée la dispersion des axes optiques; nous pensons cependant que le signe optique est positif, et nous nous basons pour cette appréciation sur l'allure des hyperboles dans le champ, ainsi que sur la valeur comparée de la biréfringence des sections perpendiculaires aux deux bissectrices.

La dispersion est très forte; celle des axes paraît se faire dans le sens $\rho < \nu$. L'intensité de l'absorption ne nous a pas permis jusqu'ici de mesurer les indices par réflexion totale; l'indice moyen n'est en tout cas pas inférieur à 1,65; quant aux biréfringences qui sont faibles, de nombreux essais faits avec le compensateur sur les sections normales aux deux bissectrices n'ont pas fourni des résultats qui concordent suffisamment pour mériter confiance; par contre, sur la section $n_g - n_p$, nous avons à plusieurs reprises, et malgré le polychroïsme intense, trouvé le chiffre de 0,0115 que nous considérons comme étant sans doute très voisin de la réalité. Quant au polychroïsme, il est d'une intensité exceptionnelle et se fait comme suit :

$n_g =$ violet foncé, $n_p =$ bleu verdâtre très intense, $n_p =$ jaune verdâtre très pâle.

Cette amphibole paraît être riche en fer et sodifère; nous espérons dans la suite pouvoir l'isoler pour en faire l'analyse.

PARASITOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de l'*Ustilago Maidis (*D. C.*) *Corda sur les racines adventives du* Zea Mays *L. et de sa variété* quadricolor, *et sur les biomorphoses qu'elles présentent.* Note de M. **Chifflot**, présentée par M. Guignard.

La présence de l'*Ustilago Maidis* (D.C.) Corda, sur les racines adventives du *Zea Mays* L. et de ses variétés, n'a jamais été signalée.

On sait seulement que ce parasite peut envahir différentes parties de la plante : tige, gaine, feuilles, bractées florales, inflorescences mâles, inflorescences femelles et parfois les bractées qui accompagnent ces dernières. Nous n'insisterons pas sur les déformations bien connues que produit ce charbon sur les diverses parties signalées de la plante hospitalière.

Il est connu également de tous les agronomes que, dès la fin de juillet de chaque année, alors que les organes de fructification sont aptes à la fécondation, apparaissent, aux deux ou trois premiers nœuds placés au-dessus du collet, des racines adventives. Celles-ci, suivant la vigueur de la végétation, peuvent s'enfoncer dans le sol et consolider ainsi la plante qui porte à ce moment plusieurs épis femelles de poids élevé.

Cette consolidation de la plante à l'aide de plusieurs cercles de racines adventives est, comme nous l'avons constaté bien des fois, en relation directe avec la présence d'un plus ou moins grand nombre d'épis femelles. Quand certains pieds sont stériles, ce qui arrivent parfois, il n'existe pas de racines adventives aux nœuds placés les plus près du sol.

Quoi qu'il en soit, ce sont ces racines adventives qui sont le siège de déformations, produites par la présence de l'*Ustilago Maidis* (D. C.) Corda, et nous les avons constatées pendant plusieurs années consécutives, à Lyon, au Jardin botanique du Parc de la Tête d'Or, sur la variété *quadricolor* du *Zea Mays* L. et plus rarement sur l'espèce type.

Ce sont toujours les plantes fortement parasitées qui présentent leurs racines aériennes déformées par l'*Ustilago*. D'ailleurs, la contamination des plantes est normale, car pour des raisons de systématique et aussi d'esthétique florale, les plants de *Zea Mays* L. et de sa variété *quadricolor* sont placés chaque année aux mêmes places, au Jardin botanique et dans la partie florale adjointe. La contamination s'effectue, comme on le sait (Léveillé, Morini, etc.), par le sol, envahi au printemps par les sporidies, nées de la germination des spores.

Le plus souvent, ce sont les racines adventives du nœud le plus rapproché du sol qui sont les plus atteintes. Après avoir percé la base de la gaine foliaire, elles s'écartent en cercle presque horizontalement, sont entourées à leur base par une coléorhize bien marquée, puis, après qu'elles ont atteint 2^{cm} de longueur, leur géotropisme atténué tend à devenir nettement négatif.

Sous l'influence du parasite, ces racines adventives se déforment, deviennent boursouflées; leur sommet végétatif se subdivise parfois pour donner naissance à deux ou plusieurs portions hypertrophiées qui simulent une dichotomie analogue, *mais à un degré moindre,* à celle que présentent les racines des *Cycas, Ceratozamia, Zamia, Bowenia,* envahies par le *Nostoc commune* Har. ou celles des *Alnus, Eleagnus, Shepherdia,* etc., atteintes par le *Frankia subtilis* Brunch.

Les racines ainsi parasitées par *l'Ustilago Maidis* (D. C.) Corda ne pénètrent jamais dans le sol.

Si l'on effectue des coupes transversales dans les parties tuméfiées de ces racines, on remarque que la différenciation des tissus, déjà bien apparente dans les racines adventives saines, n'existe pas ici. Les tissus sont envahis par un mycélium rameux et certaines ramifications présentent des suçoirs bien marqués, que M. Fischer de Waldheim a depuis longtemps étudiés et représentés. La membrane des hyphes est nettement cellulosique, comme l'a signalé Zopf, et ne provient pas du refoulement de la membrane de la cellule hospitalière, comme l'avait pensé M. Fischer de Waldheim.

Le gonflement et la déformation des racines adventives proviennent surtout de l'existence de poches blanchâtres formées par un mycélium dense, à paroi très mucilagineuse ayant tous les caractères microchimiques, bien connus, des composés pectiques.

Ce mycélium fructiféré présente d'ailleurs toutes les phases de formation des spores nettement figurées par M. Prillieux [1], et sur lesquelles je crois inutile d'insister.

Quant à la pénétration du parasite dans ces racines adventives, elle peut s'effectuer, ou par l'intermédiaire du sol contaminé, ou par le mycélium interne circulant dans les tissus de la plante hospitalière.

Nous avons essayé la contamination directe de ces racines à l'aide de spores mûres prises sur des épis femelles charbonnés. Cette contamination réussit bien, grâce au mucilage abondant sécrété par l'extrémité de ces racines et nous avons obtenu des déformations analogues à celles que nous avons décrites plus haut.

En résumé : 1° La présence de l'*Ustilago Maidis* (D. C.) Corda sur les racines adventives de *Zea Mays* L. et de sa variété *quadricolor* est un fait acquis.

2° Ces racines présentent des biomorphoses caractérisées par des pseudodichotomies de leur point végétatif et par hypertrophie sans hyperplasie des tissus envahis.

3° Toutes les parties de la plante peuvent donc être envahies par l'*Ustilago Maidis* (D. C.) Corda, comme le concluait M. Prillieux (*loc. cit.*, p. 175), mais toutefois sans preuve, du moins en ce qui concernait l'envahissement des racines adventives par ce parasite.

MÉDECINE. — *Observations sur la graisse surrénale.* Note [2] de M. **V. Babès**, présentée par M. d'Arsonval.

Le traitement des capsules surrénales fraîches par le formol ou formolbichromate pendant quelques heures suivi de sections par le microtome à congélation et par la coloration des coupes par le scharlach et l'hématoxyline permet une étude assez complète de la capsule et surtout des substances grasses renfermées dans ces organes.

En effet, aucune autre méthode ne met en évidence d'une manière aussi complète la graisse en ses rapports avec les tissus, ce qui explique les données antérieures incomplètes dont nous disposons en ce qui concerne la disposition de la graisse dans ces glandes.

Les auteurs affirment que toutes les couches de la glande renferment de la graisse, ce qui n'est pas exact, car ordinairement la substance médul-

(1) *Maladies des plantes agricoles*, t. I, p. 155 (*fig.* 59).

(2) Présentée dans la séance du 2 avril 1907.

laire n'en contient pas. Ce ne sont que des trajets et des îlots de substance corticale qui se mêlent d'une manière plus ou moins intime avec la substance médullaire qui en renferment et qui souvent sont difficiles à reconnaître sans l'emploi de cette méthode de coloration.

La graisse constituée en grande partie par la lécithine en renfermant un pigment jaune peut être considérée comme une espèce de lipochrome. Chez l'homme même en état normal elle peut occuper différentes couches. Ainsi on peut distinguer des capsules à la graisse diffusée dans toutes les couches corticales; dans d'autres cas elle est plus ou moins localisée ou dans la zone glomérulaire, ou (dans la plupart des cas) dans celle traberculaire, dans celle réticulée ou dans deux des trois zones.

Chez le cobaye existe une zone mince sous la zone glomérulaire qui renferme ordinairement la plupart de la graisse. Souvent la partie fondamentale de la substance corticale ne renferme pas de graisse et celle-ci est localisée dans des nodules ou des îlots arrondis plus ou moins limités formés de substance traberculaire et qui se trouvent dans la substance corticale ou médullaire produisant parfois par leur étendue une compression et une atrophie des couches fondamentales.

On trouve dans les capsules normales une quantité très variée de graisse. Chez les vieillards, la graisse surrénale est souvent augmentée; ainsi, parmi 21 vieillards, en 10 cas la graisse a été augmentée, en 5 cas elle a été diminuée. Cependant une quantité excessive avec remplacement presque total du protoplasme par des gouttes confluentes de graisse ou bien un manque presque absolu de graisse doivent être considérés comme pathologiques.

Dans la substance réticulée existe un large réseau de veines servant à la résorption ou à la sécrétion interne de cette graisse. On y voit une transformation de la graisse dont les gouttes deviennent de plus en plus petites et colorées d'un rouge de plus en plus foncé, jusqu'à ce qu'à la fin il ne reste dans la cellule que des grains fins de pigment brun qui ne prend plus le scharlach et qui ne sont donc en grande partie que les restes du lipochrome. En dehors de ce pigment, il faut distinguer dans ces cellules un pigment hématogène, surtout dans des cas d'hypérémie et d'hémorragies capsulaires.

Dans les cas de lipochromatose (accumulation excessive de la graisse), on observe souvent la formation de cristaux allongés incolores et non colorés par le scharlach, en même temps qu'une concentration d'un lipochrome formant des gouttes colorées en rouge très foncé par ce colorant. Cette cristallisation au milieu des cellules n'amène pas une dégénération, car le noyau reste indemne au milieu de la cellule. La lipochromatose est la plus prononcée dans certains adénomes et dans des nodules et îlots limités mentionnés plus haut.

Il semble résulter de ces observations que c'est surtout au niveau de la substance réticulée que se produit une résorption de la lécithine, que cette résorption, à cause de la disposition moins favorable des veines dans les nodules et dans certains adénomes, se fait plus difficilement, et que la production des cristaux peut donc résulter de la stagnation de la graisse. Il faut insister en contradiction avec les auteurs que ni la graisse, ni le

pigment ne se trouvent dans la substance médullaire. Aussi, ce ne sont pas seulement des cellules de la substance médullaire, mais ce sont aussi les cellules de la couche profonde réticulée, dont les granulations se présentent avec une couleur jaune brun, dans des préparations traitées par les sels de chrome.

Les cellules médullaires renferment une ou plusieurs petites vacuoles particulières. Seulement, une fine ligne à la limite de ces vacuoles est jaunâtre et se colore en partie en rouge brun par le scharlach. Rarement, on trouve dans les cellules médullaires, ou bien en dehors des cellules, des grains extrêmement fins de graisse ou de pigment.

Dans certains états pathologiques des glandes, la graisse augmente. Ainsi chez des lapins traités par l'adrénaline et où s'est développée une athéromatose avec dilatation de l'aorte; chez l'homme dans l'athérome ou dans l'artéro-sclérose au contraire l'état des capsules est très varié; tantôt elles sont hypertrophiées, tantôt petites, tantôt lipochromateuses, tantôt pauvres en graisse. La graisse s'accumule ordinairement autour des tubercules ou des foyers inflammatoires ou nécrotiques produits par différentes infections ou intoxications. Dans le carcinome des organes splanchniques et surtout dans le carcinome du foie, j'ai trouvé une hypertrophie remarquable des capsules, et dans la moitié des cas des adénomes avec lipochromatose.

La graisse surrénale fait défaut ou bien elle est très réduite dans la plupart des maladies septiques et putrides que j'avais examinées : ainsi dans la fièvre typhoïde, dans le phlegmon, la fièvre puerpérale, les gangrènes et les infections putrides.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L'épuration des eaux d'égout par les filtres à tourbe.* Note de M. **Henri Pottevin**, transmise par M. Müntz.

Par une Note insérée aux *Comptes rendus* du 4 mars dernier, MM. Müntz et Lainé ont fait connaître le résultat de leurs expériences sur l'épuration des eaux d'égout au moyen des filtres de tourbe. Dès le mois de juillet 1906 ils avaient annoncé qu'ils entreprenaient ces essais, conséquences de leurs travaux antérieurs; mais il m'avait paru que des recherches conduites indépendamment des leurs ne feraient pas double emploi dans une question aussi complexe et qui se présente selon les temps et les lieux sous les aspects les plus variés.

L'appareil que j'ai employé est constitué par deux tuyaux de grès de $0^m,85$ de haut

disposés verticalement. L'un servant de fosse septique reçoit l'eau à traiter qui y séjourne 24 heures et est soutirée au moyen d'un siphon descendant à $0^m,20$ du bas : l'autre constituant le filtre est rempli de couches alternées de tourbe et de craie. Le liquide est déversé à la surface du filtre au moyen d'un siphon flottant qui assure un débit constant.

Le filtre a été ensemencé à l'origine avec une dilution de terreau : il a fonctionné régulièrement et sans interruption depuis le 18 août 1906 : la nitrification était à ce moment complètement lancée.

A l'origine j'ai déterminé la quantité d'eau maxima que l'on pouvait envoyer journellement sur le filtre : lorsqu'elle dépassait 25^l (soit 700^l par mètre carré) il se produisait au bout de plusieurs jours un encrassement dû à l'accumulation des matières en suspension : après un repos de quelques jours le filtre reprenait sa perméabilité. J'ai évité cet accident en réduisant le débit à 18^l par jour (soit 400^l par mètre carré); l'appareil a dès lors pu fonctionner sans interruption pendant plusieurs mois.

Dans mes essais je me suis particulièrement attaché à fixer le taux auquel pouvait s'élever la quantité de matière azotée présente dans l'eau sans que celle-ci cesse d'être épurable. Cette question est importante au point de vue de l'application du système aux égouts du type séparatif. S'il est logique, en effet, lorsqu'on veut faire de l'épuration, de ne pas mélanger aux eaux vannes les eaux de lavage qui obligent à traiter des volumes énormes, il faut tenir compte de ce que les égouts du type séparatif fournissent des eaux beaucoup plus concentrées que ceux du type unitaire, sur lesquels ont porté la presque totalité des expériences publiées jusqu'ici.

La première série des résultats ci-dessous (décembre 1906) correspond à une eau d'égout unitaire; les suivantes se rapportent à la même eau dont la teneur en matières dissoutes était augmentée par addition d'urine.

–	Décembre 1906.				Janvier 1907.				Février 1907.										Mars 1907.			
Date	18	19	20	21	27	29	30	31	1	2	8	9	10	12	13	14	15	18	1	7	9	11
Temp. de l'eau, sortie du filtre	″	″	″	″	6°,5	7°	7°	6°,5	6°	6°	4°,5	4°,5	5°	6°,5	7°,5	8°	8°,5	″	″	″	″	″
Az. ammon. en mg. p. litre. Avant filtre.	44,8	48,7	43,7	45,6	280	294	266	308	305	308	164	168	175	161	161	151	126	210	189	201	200	195
Az. ammon. en mg. p. litre. Après filtre.	0	0	0,1	0	55	81	86	90	98	119	82	70	44	29	20	0	0	2	0	0,1	0	0,2
Az. organique en mg. p. litre. Avant filtre.	4,2	″	16,9	6,3	39	43	7	21	35	20	″	″	″	″	″	12	33	″	18	″	″	″
Az. organique en mg. p. litre. Après filtre.	0,1	″	0,7	1,0	6	″	2	″	12	10	″	″	″	″	″	0,1	1,5	″	1,3	″	″	″
Az. nitrique à la sortie en mg. p. litre	″	″	″	27,2	204	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	″	160	″	″	″

Il résulte de ces données que dans les conditions de l'expérience qui, à raison de la température basse, doivent être considérées comme des plus défavorables, l'épuration se fait parfaitement (la totalité de l'azote ammoniacal et organique se trouvant éliminée) avec des eaux contenant jusqu'à 200^{mg} d'azote par litre, concentration qui ne doit pas être dépassée dans les égouts séparatifs.

Si les eaux viennent à contenir 300^{mg} d'azote, l'épuration se fait pendant quelque temps encore. Dans mes essais de janvier-février 1907, comme le taux d'épuration baissait de jour en jour, j'ai arrêté l'écoulement le 2 février; laissé reposer le filtre 3 jours et remis en marche avec des eaux à 160^{mg}. L'épuration, contrariée au début par la température basse, a bientôt repris sa marche normale.

L'azote ammoniacal et organique, dont on constate la disparition, ne se retrouve jamais en totalité à l'état d'azote nitrique, une certaine quantité variable d'un essai à l'autre disparaît à l'état gazeux. J'étudie les conditions de cette production d'azote libre ainsi que le mécanisme de l'oxydation des produits sulfurés assez abondants dans les eaux résiduaires.

ZOOLOGIE APPLIQUÉE.—*Contribution à l'étude de la nourriture de la Sardine.* Note (1) de M. CASIMIR CÉPÈDE, présentée par M. Alfred Giard.

Depuis deux ans, j'ai entrepris, à la Station zoologique de Wimereux, sous les auspices du Ministère de la Marine, des recherches spéciales sur la faune et la flore du Pas-de-Calais, et abordé certaines études de biologie marine en relation avec l'ichthyologie appliquée et la question des pêches maritimes.

J'ai pu ainsi rassembler de nombreux documents qui, complétés et contrôlés par ceux recueillis antérieurement par M. le professeur Giard, constituent déjà un instrument de travail très sûr et un guide nécessaire dans l'étude des questions si délicates et si complexes que nous pose la biologie maritime. Ces observations devront se poursuivre pendant de longues années encore avant que nous puissions en tenter la corrélation et apporter des explications définitives de phénomènes biologiques trop souvent modifiés par des circonstances accidentelles.

Dans la présente Note je me propose d'apporter quelques données sur

(1) Présentée dans la séance du 2 avril 1907.

la nourriture de la Sardine. Dans ce genre de recherches, il importe non seulement de déterminer exactement l'espèce de Poisson étudiée, mais aussi de noter exactement les dimensions des individus et l'époque de la pêche. Ces deux indications combinées permettront de fixer approximativement l'âge du Poisson considéré, facteur très important dans l'étude de sa biologie.

En septembre 1905 (24 septembre), j'ai pêché sur la côte sablonneuse qui s'étend entre la Pointe-à-Zoie et Ambleteuse (Pas-de-Calais), au filet fin, des *blanches* qui y arrivaient par bandes, dont quelques-unes étaient poursuivies par de petits Maquereaux. Maintes fois M. le professeur Giard et moi-même avons pu nous convaincre de la composition complexe de ces groupes de *blanches*. Ils renferment, en effet, des espèces distinctes de la famille des Cupléides (jeunes Harengs, Sprats, etc.). Je noterai simplement ici la présence de jeunes Sardines (*Alosa sardina* Risso) dont la longueur oscillait entre 5^{cm} et 6^{cm} et dont j'ai étudié le contenu du tube digestif.

Dès que j'ai eu mis à nu les viscères, j'ai été frappé par la couleur d'un beau vert de la partie moyenne du tube digestif, indice probable d'une alimentation végétale importante, sinon exclusive.

L'examen microscopique confirma cette supposition. Le contenu intestinal était en effet constitué, presque intégralement, par un magma de Diatomées avec lesquelles j'ai rencontré assez souvent un Radiolaire de la famille des Dictyochées, des spicules d'Éponges et quelques soies d'Annélides, comme on en trouve fréquemment dans le plankton.

J'ai observé une fois seulement chez un individu un petit fragment de Copépode et, plus souvent, l'organisme planktonique que E. Canu (¹) a déterminé avec doute comme un œuf pélagique de Trématode et qu'il déclare « ne pas appartenir à un *Apoblema* d'après les indications très soignées que donne Monticelli (²) sur l'œuf de ce dernier genre ».

L'espèce de Diatomée dominante est *Biddulphia rhombus* (Ehr.) W. Sm. Avec elle, j'ai rencontré les espèces suivantes : *Actinoptychus splendens* (Ehr.) commun; *Actinoptychus undulatus* (Bail.) assez commun; *Biddulphia* (*Triceratium*) *alternans* (Bail.) H. V. H., commun; *Biddulphia* (*Triceratium*) *favus* (Ehr.) H. V. H., commun; *Biddulphia* (*Zygoceros*) *mobiliensis* (Bail.) Grun., commun; *Bellerochea* (*Triceratium*) *malleus* (H. V. H.), assez commun; *Coscinodiscus excentricus* (Ehr.) commun; *Coscinodiscus subtilis* (Ehr.) assez commun; *Coscinodiscus subtilis* (Ehr.) Grun. var. *Normani* Greg., rare; *Coscinodiscus radiatus* (Ehr.) commun; *Eupodiscus argus* (Ehr.) commun; *Grammatophora marina* (Lyngb.) Ktz, *Grammatophora*

(¹) E. Canu, *Notes de Biologie marine, fauniques ou éthologiques*, t. III. *Un œuf pélagique de Trématode?* pl. VII, p. 112-113 (*Ann. Station aquicole de Boulogne-sur-Mer*, vol. I, part. II, juin 1893).

(²) Monticelli, *Osservazioni intorno ad alcune forme del genere* Apoblema *Dujardin* (*Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino*, vol. XXVI, 1891).

serpentina (Ehr.), assez rares; *Melosira Jurgensii* (Ag.), *Melosira* (*Paralia*) *sulcata* Ktz, communs; *Navicula clepsydra* (Donkin), assez rare; *Navicula fusca* (Greg.) var. *delicatula*, Ad. Schm., rare; *Navicula musca* (Greg.) rare; *Navicula granulata* (Bréb.) rare; *Navicula palpebralis* (Bréb.) rare; *Nitzschia longissima* (Bréb.) Ralfs, var. *Closterium*, W. Sm., assez commun; *Raphoneis surirella* (Ehr.?) Grun., commun.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Caractères de la circulation atmosphérique intertropicale*. Note (¹) de MM. L. **Teisserenc de Bort** et L. **Rotch**, présentée par M. Mascart.

L'année dernière nous avons entretenu l'Académie des résultats obtenus par les deux premières croisières de l'*Otaria*.

Depuis cette époque la discussion des observations pour la deuxième campagne de 1906 a été terminée, elle permet de préciser les caractères de la circulation de l'air dans la région intertropicale de l'Atlantique qui sont les suivants :

Les vents alizés de Nord à Est ne s'étendent d'ordinaire en hauteur qu'à une altitude de quelques centaines de mètres. Dans cette couche la décroissance de température est très rapide, comme on peut en juger par les chiffres suivants, résultant des ascensions de cerfs-volants et de ballons-sondes :

Décroissance de température pour 100^{m} *de hauteur.*

Position.	0^{m} à 200^{m}.	200^{m} à 400^{m}.	400^{m} à 600^{m}.	600^{m} à 800^{m}.	800^{m} à 1000^{m}.	1000^{m} à 1100^{m}.	1100^{m} à 1200^{m}.	1200^{m} à 1400^{m}.
Au nord du 25ᵉ degré N (cerfs-volants).........	1,3	1,0	0,6	0,35	0,4	0,1	0,8	»
Au sud du 25ᵉ degré N (cerfs-volants).........	1,0	0,9	0,3	-0,75	-0,5	0,0	-1,0	0,7

6 ballons-sondes (lat. moy. 30° N) donnent une décroissance de 1°,8 pour les 500 premiers mètres avec minimum de décroissance thermique vers 1250^{m}.

6 ballons-sondes équatoriaux (lat. moy. 1° N) donnent une décroissance de 1°,2 pour les 500 premiers mètres, avec inversion à l'altitude moyenne de 1000^{m}.

Après la couche à décroissement rapide vient une zone où le vent diminue d'intensité et dans laquelle la température présente ordinairement des inversions. Ce phénomène a d'ailleurs été signalé déjà par M. Hergesell

(¹) Présentée dans la séance du 2 avril 1907.

pour la région située entre les Açores, Madère et le 26e degré Nord, mais il a un caractère de généralité et se retrouve dans la zone intertropicale Nord et dans l'alizé de Sud-Est de l'hémisphère Sud qui a pu être étudié jusqu'à l'île de l'Ascension.

A propos de cette inversion, dont la cause n'est pas encore établie, nous rappellerons que Biot, dans son Mémoire *Sur la vraie constitution de l'atmosphère terrestre*, publié en 1841 dans la *Connaissance des Temps*, en discutant les observations de M. de Humboldt dans la région équatoriale de la Cordillère, était arrivé à représenter la variation de température avec la hauteur par une parabole dont le sommet situé vers 800m d'altitude correspondait à une inversion de température; cette dernière d'ailleurs n'étant déduite que du calcul sans avoir été observée directement. Les observations recueillies sur l'*Otaria* justifient pleinement cette vue du célèbre physicien.

Au-dessus de l'alizé de Nord-Est on observe ordinairement des courants de directions différentes; la plupart du temps ils viennent du Nord-Ouest, mais peuvent alterner avec d'autres vents. En s'élevant davantage, on trouve les courants à composante Sud qui forment le contre-alizé; ces courants commencent à une altitude moindre au voisinage de l'équateur, où on les trouve en moyenne au-dessous de 2000m, alors qu'au tropique ils se rencontrent vers 2500m et, à quelques centaines de mètres plus haut, à la latitude de Ténérife.

Comme nous l'avons déjà signalé, le contre-alizé dans son ensemble indique nettement l'effet de la rotation terrestre; il est du Sud-Est, puis devient Sud et enfin Sud-Ouest; il finit en vent d'Ouest à la latitude des Açores.

La région voisine de l'équateur où a lieu l'ascension de l'air est occupée par des vents dont la composante Est est tout à fait prédominante, aux diverses hauteurs explorées (c'est-à-dire de la mer à 14km). Vers l'Ascension on retrouve au-dessus de l'alizé du Sud-Est les vents à composante Nord du contre-alizé austral, avec quelques couches intercalaires du Sud-Ouest correspondant aux vents du Nord-Ouest de notre hémisphère.

Au nord du tropique, la régularité des alizés et contre-alizés diminue; dans ces parages, il arrive parfois que l'alizé s'étend jusqu'à 6km ou 8km d'altitude, le contre-alizé étant alors rejeté à droite ou à gauche; mais ce sont là des conditions transitoires.

Au nord du 25e degré, on trouve en été les alizés et contre-alizés prédominants depuis le voisinage des Canaries jusque vers le 37e degré de longitude Ouest. En s'éloignant vers l'Amérique, les vents du Sud et Sud-Ouest deviennent prédominants dans les couches inférieures, ce qui

s'explique complètement par la distribution des isobares, commandée elle-même par la forme des isothermes.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 mars 1907.

(Suite.)

Die wissenschaftlichen Ergebnisse der deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer « Valdivia » 1898-1899, von Dr F. Römer. Iena, Gustav Fischer. 1906; 1 fasc. in-8°.

Wahrer Monismus und Schein-Monismus, von Dr Eduard Lœwenthal. Berlin, 1907; 1 fasc. in-8°.

Anuario de la Real Academia de Ciencias exactas fisicas y naturales, 1907. Madrid; 1 vol. in-16.

Anuario del Observatorio de Madrid para 1907. Madrid, 1906; 1 vol. in-12.

Catalogue of polish scientific literature; t. VI, year 1906, number 1 and 2. Cracovie, 1906; 1 fasc. in-8°.

Report of the Commissioner of Education for the year ending june 30, 1904. Washington, 1906; 1 vol. in-8°.

Commerce extérieur de la Roumanie dans les trois premiers mois de l'année 1906. Bucarest, Imprimerie de l'État, 1907; 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Colmar; nouvelle série, t. VIII, années 1905 et 1906. Colmar, imp. Decker, 1906; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société hongroise de Géographie; t. XXXV, fasc. 1. Budapest. 1907; 1 fasc. in-8°.

Annales de la Société scientifique de Bruxelles; XXXIe année, 1906-1907, fasc. 1. Louvain, 1907; 1 fasc. in-8°.

Proceedings of the Birmingham natural history and Philosophical Society; t. XII, n° 1. *Opening address to the geographical Section,* by W.-W. Watts. Birmingham, 1907; 1 fasc. in-8°.

The Johns Hopkins University Circular, 1906; nos 3, 4, 5, 7, 9. Baltimore, 1906; 5 fasc. in-8°.

American Journal of Mathematics, edited by FRANK MORLEY, with the cooperation of SIMON NEWCOMB; t. XXVIII, numbers 2-4. Baltimore, 1906; 3 fasc. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 25 MARS 1906.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences, publiés par MM. les Secrétaires perpétuels; t. CXLII, janvier-juin 1906. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse; t. VII, renfermant une partie des travaux exécutés jusqu'en 1906, sous la direction de M. B. BAILLAUD. Paris, Gauthier-Villars; Toulouse, Edouard Privat, 1907; 1 vol. in-4°. (Ce volume, présenté par M. Mascart, contient un Mémoire intitulé : *Recherches sur le Magnétisme terrestre,* par M. E. MATHIAS. Ce Mémoire est renvoyé à la Commission du prix Wilde.)

Turbines à vapeur, par J. ESTÈVE. Toulon, A. Bordato, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bertin, pour le Concours du prix Plumey.)

Mémoire sur l'intégration de l'équation algébrique et différentielle

$$F(x,y)\,dy + F_1(x,y)\,dx = 0,$$

par ÉMILE ISAAC. Nesmy (Vendée), 11 mars 1907; 1 fasc. in-4°, autographié.

La dénaturation de l'alcool en France et dans les principaux pays d'Europe, par RENÉ DUCHEMIN; avec une préface de CH. BARDY. Paris; H. Dunod et E. Pinat, 1907; 1 vol. in-8°.

Annuaire de la Fondation Thiers, 1907; nouvelle série. Issoudun, imp. Gaignault, 1907; 1 fasc. in-8°.

Société des Ingénieurs civils de France. Annuaire de 1907. Paris, Hôtel de la Société, 1907; 1 vol. in-8°.

Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils de France. Bulletin de janvier 1907. Paris, 1907; 1 vol. in-8°.

Annales des Ponts et Chaussées. Partie administrative; 77e année, 8e série, t. VII, cahier 1, 1907. Paris, E. Bernard; 1 vol. in-8°.

Annales de l'Institut colonial de Marseille; 14e année, 2e série, 4e Volume, 1906; Marseille, 1906; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon; t. XXV, 1906. Paris, Masson et Cie, Lyon, H. Georg, 1907; 1 vol. in-8°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; 4e série, t. VI, 1re livraison de 1907. Saint-Étienne; 1 vol. in-8°.

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg; t. XXXV. Paris, J.-B. Baillière et fils; Cherbourg, imp. E. Le Maout, 1905-1906; 1 vol. in-8°.

La constitution de l'anneau des petites planètes, par P. STROOBANT. (Extr. des *Annales de l'Observatoire royal de Belgique : Annales astronomiques,* t. IX, fasc. III.) Bruxelles, Hayez, 1907; 1 fasc. in-4°.

The place of origin of the Moon. The volcanic problem, by WILLIAM-H.

Pickering. (Extr. de *The Journal of Geology*, t. XV, n° 1, janvier-février 1907.) Chicago, Imprimerie de l'Université; 1 fasc. in-8°.

Astronomia; Conferenza per G.-B. Olivero da Murello. Turin, 1907; 1 fasc. in-4°.

Variations de la vitesse du vent dues aux marées atmosphériques, par Henryk Arctowski. (Extr. du *Bull. de la Soc. belge d'Astronomie;* année 1907, n° 2.) Bruxelles; 1 fasc. in-8°.

Die Mineralien der südnorwegischen Granitpegmatitgänge. 1. *Niobate, Tantalate, Titanate und Titanoniobate,* von Prof. Dr W.-C. Brögger. Christiania, 1906; 1 vol. in-4°.

Hellandit von Lindvikskollen bei Kragerö, Norwegen, von W.-C. Brögger. Leipzig, 1906; 1 fasc. in-8°.

Eine Sammlung der wichtigsten Typen der Eruptivgesteine des Kristianiagebietes nach ihren geologischen Verwandtschaftsbeziehungen geordnet, von W.-C. Brögger. (Extr. de *Nyt Mag. f. Naturvidensk.*, t. IV, n° 2.) Christiania, 1906; 1 fasc. in-8°.

Strandliniens beliggenhed under stenalderen. I. *Det sydöstlige Norge,* af W.-C. Brögger. Christiania, 1905; 1 vol. in-8°.

Rio Pilcomayo desde la desembocadura en el Rio Paraguay hasta el paralelo 22° sud. Exploración 1905-1906, por Gunardo Lange. Buenos-Ayres, 1906; *Texte :* 1 fasc. in-8°; *Atlas :* 1 fasc. in-f°.

I placiti di Luca Ghini (primo lettore dei semplici in Bologna) *intorno a piante descritte nei Commentarii al Discoride, di P.-A. Mattioli,* pub. per Giovanni Battista de Toni. Venise, 1907; 1 fasc. in-4°.

Intorno alle relazioni di Francesco Calzolari con Luca Ghini, per G.-B. de Toni e A. Forti. Florence, 1907; 1 fasc. in-8°.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian Institution, for the years ending june 30, 1905 *and* 1906. *Report of the U. S. National Museum.* Washington, 1906; 2 fasc. in-8°.

Die Auflösung der Gleichungen mit Berücksichtigung der neuesten Fortschritte. von F.-A. Otto. Dusseldorf, F.-A. Otto, 1904; 1 fasc. in-8°.

Die polynomischen Lehrsätze, neues Verfahren zur Berechnung von Potenzen und Wurzeln und zur Bildung und Lösung von Gleichungen, von F.-A. Otto. Essen, F.-A. Otto; 1906; 1 fasc. in-8°.

Die Cardanische Formel und die Auflösung des irreduziblen Falles, von F.-A. Otto. Essen, F.-A. Otto, 1906; 1 fasc. in-8°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 AVRIL 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la tuberculose primitive du poumon et des ganglions bronchiques et médiastinaux, communiquée aux jeunes Bovidés par l'ingestion de virus tuberculeux d'origine bovine.* Note de M. **A. Chauveau.**

L'importance du rôle que remplit, dans la production de la tuberculose pulmonaire, le tube digestif, considéré comme voie de pénétration du virus infectant, a été remise à l'ordre du jour par divers travaux, dont quelques-uns ont été assez récemment communiqués à l'Académie des Sciences. Je reconnais volontiers que les auteurs de ces Communications se sont plu à proclamer ma qualité d'initiateur, dans l'établissement du rôle en question et la démonstration de l'intérêt considérable qu'il présente.

Mais une publication ultérieure, sur laquelle mon attention vient seulement d'être appelée, me montre que les faits nouveaux acquis dans mes recherches ne sont pas tous connus des champions actuels de l'infection tuberculeuse par les voies digestives. Au moment où l'on annonce que la qnestion des voies naturelles de la contagion de la tuberculose pulmonaire sera discutée au futur *Congrès international d'Hygiène,* il y a intérêt à introduire, dans l'histoire des faits acquis, des précisions devenues nécessaires. Voici d'abord le passage qui m'invite à la présente intervention :

. . . Pour que nous puissions organiser sur des bases vraiment scientifiques la lutte antituberculeuse, il ne saurait en effet nous suffire de savoir que la tuberculose est une maladie *inoculable* et *contagieuse* : il est essentiel que nous connaissions le chemin que prend le virus pour s'introduire dans les tissus d'un animal jusqu'alors indemne.

En pathologie humaine, la plupart des cliniciens admettent que, le plus souvent,

l'infection se produit par les poussières souillées de bacilles qui pénètrent dans le poumon avec l'air inspiré.

Depuis les expériences déjà anciennes de Chauveau (1868) les vétérinaires tendaient, au contraire, à incriminer surtout la contamination par les voies digestives.

... Mais personne, tant parmi les vétérinaires que parmi les médecins, n'eût osé soutenir que la tuberculose pulmonaire, dite primitive, ou que les tuméfactions si spéciales des ganglions trachéo-bronchiques ou médiastinaux, sans lésions pulmonaires concomitantes, pussent être d'origine intestinale (1) !

Deux points sont à rectifier dans cette appréciation de la signification de mes expériences.

Premièrement, je ne « tendais » pas « à incriminer surtout la contamination par les voies digestives » : je l'accusais formellement d'être une cause fréquente et directe de la tuberculisation des organes intrathoraciques.

Deuxièmement, mes expériences m'avaient donné le droit, dont j'usais, ainsi que tout mon entourage de médecins et de vétérinaires, de « soutenir l'origine intestinale » de cette tuberculisation primitive des organes intrathoraciques.

Ce sont, en effet, mes expériences d'infection par les voies digestives qui ont fourni les premiers exemples de tuberculose du poumon et des ganglions bronchiques et médiastinaux, SANS TRACE AUCUNE DE LÉSIONS A LA PORTE D'ENTRÉE DU VIRUS, SOIT DANS LA PARTIE SUS-DIAPHRAGMATIQUE DU TUBE DIGESTIF, SOIT DANS SA PARTIE SOUS-DIAPHRAGMATIQUE.

D'autre part, dans les cas où se trouvaient réalisées les conditions favorables à la généralisation immédiate de l'infection (surtout l'abondance de la matière infectante), rien ne distinguait, quant à l'âge, les lésions rencontrées dans l'appareil digestif, des lésions du poumon et de ses ganglions annexes. Il y avait impossibilité absolue d'établir entre elles une subordination chronologique. Toutes s'étaient formées d'emblée sous l'action des germes disséminés dans l'organisme après leur pénétration dans les vaisseaux sanguins ou lymphatiques.

Voici par ordre chronologique les documents et les faits justificatifs.

1868. — BULLETIN DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE, t. XXXIII, p. 1035. — *Application de la connaissance des conditions de l'infection à l'étude de la*

(1) CALMETTE, *Les voies de pénétration du bacille tuberculeux dans l'organisme et l'état actuel de nos connaissances sur la vaccination des Bovidés* (*Revue générale de Médecine vétérinaire,* t. IX, p. 51).

contagion de la phtisie pulmonaire. Démonstration de la virulence de la tuberculose par les effets de l'ingestion de la matière tuberculeuse dans les voies digestives. Corollaires relatifs à l'hygiène privée et à l'hygiène publique. — En dehors des démonstrations fondamentales bien connues, demandées à ces expériences, c'est-à-dire *la preuve de la contagiosité de la tuberculose*, d'une part et, d'autre part, *la démonstration de l'étroite parenté qui unit la tuberculose de l'homme à celle du bœuf*, on y trouve les indications les plus nettes sur l'*aptitude de l'infection par le tube digestif à contaminer directement les autres appareils, tout particulièrement celui de la respiration*.

Ainsi, dans les deux expériences décrites avec détail, on a rencontré, au bout de 52 jours, sur deux génisses de 6 mois, *les plus belles lésions de tuberculose généralisée* dans les organes de la cavité thoracique aussi bien que dans ceux de la cavité abdominale :

Tous les ganglions des bronches et du médiastin sont pris et présentent un volume considérable.

Quant aux poumons, ils sont parsemés de masses tuberculeuses à l'état cru, au nombre d'une quarantaine, dont le volume varie entre celui d'un pois et celui d'une grosse aveline. On y trouve aussi un certain nombre de granulations grises semi-transparentes, tout à fait isolées, faisant saillie sous la plèvre.

Ces lésions de l'appareil respiratoire sont évidemment contemporaines de celles de l'appareil digestif. Dans les organes similaires, tels que les ganglions bronchiques et médiastinaux d'une part, et les ganglions mésentériques d'autre part, rien ne distingue ceux-ci de ceux-là, ni dans l'aspect extérieur ni dans l'aspect des coupes. Ce sont là des lésions que la dissémination intérieure des germes introduits dans l'intestin a créées toutes d'*emblée*. L'évolution de ces lésions a été *simultanée* et non *successive*.

De là les conséquences exposées ci-après :

Si la tuberculose se prend ainsi par l'ingestion digestive, il est évident que sa contagion naturelle et spontanée ne saurait plus être exclusivement attribuée à l'infection du milieu aérien par l'air rejeté du poumon des sujets phtisiques, ... à la formation du *marais atmosphérique de M. Villemin*. Les animaux confinés dans la même étable ou dans le même pâturage, buvant aux mêmes sources, dans les mêmes réservoirs ou les mêmes vases, trouvent dans ces rapports l'occasion constamment répétée d'avaler les mucosités que leurs camarades rejettent par le nez. Or, si ces sécrétions proviennent de bêtes phtisiques, elles pourront devenir la cause d'une infection tuberculeuse. Et ceci est également vrai pour l'espèce humaine.... J'aurai même plus tard à discuter si ce mode d'infection n'est pas incomparablement plus fréquent que la contagion par les voies respiratoires.

D'où enfin la proposition suivante, qui est l'une des trois conclusions qui terminent mon travail :

2° Le tube digestif constitue, chez l'homme, comme dans l'espèce bovine, une voie de contagion qui est des mieux disposées pour la propagation de la tuberculose, et qui peut être bien plus souvent en jeu que la voie pulmonaire.

1872. — Gazette hebdomadaire de Médecine et de Chirurgie (5 avril). — *Lettre à Villemin sur les conditions et les caractères de la contagiosité de la tuberculose.* — Le nombre des expériences d'infection digestive dont il est parlé dans ce Recueil s'est accru. Il s'élève à onze : les deux précédentes et neuf expériences nouvelles, qui avaient déjà fait l'objet d'une communication à la *Société de Médecine de Lyon,* le 31 janvier 1870, mais dont la publication intégrale était restée suspendue.

Ces onze expériences ont unanimement donné des résultats positifs. Les lésions constatées à l'autopsie des sujets se sont toutes présentées, par leur âge et leur importance, comme le résultat d'une *évolution simultanée.* Le développement de ces lésions s'est si parfaitement dérobé à la marche d'une *évolution successive,* dans les différents appareils à partir de celui qui a servi de voie d'introduction à la matière infectante, qu'on renonce à faire de ces lésions une énumération régionale. On les groupe surtout par tissus où la facilité des comparaisons permet d'en affirmer la *contemporanéité* sans hésitation :

Les plus graves et les plus communes siégeaient dans les organes formés de tissu adénoïde : les follicules solitaires ou agminés de l'intestin et les ganglions lymphatiques (mésentériques, bronchiques et médiastinaux, rétro-pharyngiens et sous-maxillaires particulièrement). Ces lésions avaient pour base une inflammation caséeuse diffuse ou nodulée avec hypertrophie souvent énorme des organes.....

On voit, par cette description fusionnée des lésions ganglionnaires de l'appareil digestif et de l'appareil respiratoire, que l'on renonçait à établir entre elles toute subordination.

1873. — Association française pour l'avancement des sciences. Congrès de Lyon. — *Transmission de la tuberculose par les voies digestives. Expériences nouvelles.* — Ces expériences avaient été préparées pour permettre à la Section des Sciences médicales de se rendre compte de la grande aptitude de l'infection par la voie digestive à mettre en évidence la contagiosité de la tuberculose. Elles étaient faites sur des veaux de lait, alimentés à la bouteille, avec un mélange de lait et de farine d'orge : deux infectés, A

et B; deux témoins, A′ et B′. Les circonstances ont fait que ces derniers ont été accidentellement transformés en sujets infectés et sont devenus les sujets vraiment intéressants de la série. Cet accident heureux a fourni, en effet, deux beaux exemples, les premiers publiés, de *lésions thoraciques excitées* SEULES par *l'ingestion de virus tuberculeux, l'appareil digestif restant absolument indemne*.

I. *Sujets infectés intentionnellement.* — Ces sujets furent sacrifiés 58 jours après la première ingestion. Les autopsies présentèrent de l'intérêt. Mais la description des lésions n'ajouterait rien à celle des expériences précédentes. Il n'en faut retenir qu'un point. Sur le sujet A, les ganglions rétro-pharyngiens paraissent s'être infectés *directement*, en même temps que les ganglions mésentériques, comme, du reste, les ganglions bronchiques et médiastinaux. Ces ganglions rétro-pharyngiens étaient extrêmement malades. Ils ont communiqué leur infection à la couche adénoïde sous-muqueuse de la paroi du pharynx. La muqueuse elle-même est sensiblement congestionnée et présente en un point quelques petites érosions visibles à la loupe. A coup sûr les mucosités étalées à la surface de cette membrane étaient virulentes.

On ne s'était pas douté, bien entendu, de cette complication : ce qui avait fait commettre l'imprudence d'alimenter les quatre sujets avec la même bouteille-biberon. Alors, le goulot de cette bouteille, après être allée chercher, dans la bouche et l'arrière-bouche du sujet, la très minime quantité de virus tuberculeux qu'il y rencontrait, la transmettait aux sujets A′ et B′. D'où la surprise éprouvée par la Commission de contrôle, en constatant sur ces deux témoins la présence de *très nettes, mais très jeunes lésions tuberculeuses exclusivement confinées dans la cavité thoracique*.

La Commission n'a pas hésité à rapporter ces lésions audit mode de contamination accidentelle. Son organe, le Dr *Perroud*, écrit dans son rapport :

> L'état récent et rudimentaire des lésions des sujets A′ et B′ plaide en faveur de cette interprétation et l'intégrité des ganglions abdominaux n'y serait pas opposée, car M. Chauveau, dans le cours de ses expériences d'ingestion, l'a constaté déjà plusieurs fois, d'autres organes étant fortement pris (1).

---

(1) Perroud m'avait entendu décrire, à la Société de Médecine, deux cas analogues, restés inédits et dont l'un fut publié depuis. J'aurai à en parler dans une autre Note.

II. *Sujets contaminés accidentellement.* — Voici comment Perroud s'exprime au sujet de leur autopsie :

Veau A'. — Un des *ganglions médiastinaux* est un peu augmenté de volume et renferme deux ou trois granulations jaunâtres à la coupe.

Le *poumon droit* présente une granulation grise de la grosseur d'un grain de chenevis. Rien dans le poumon gauche. Rien dans les plèvres et les ganglions bronchiques.

Le tube digestif et son appareil ganglionnaire sont tout à fait sains. Il en est de même du foie, des reins, de la rate.

Veau B'. — Comme dans le cas précédent, les lésions sont très peu nombreuses et *limitées seulement à l'appareil respiratoire.*

Un des ganglions bronchiques est un peu tuméfié et infiltré, dans un point limité, de granulations jaunâtres caséeuses. Un poumon présente aussi un petit nodule grisâtre et dur de la grosseur d'un grain de chenevis. *Rien dans le tube digestif et ses annexes.* Rien dans les reins.

Voilà les premiers exemples de l'infection tuberculeuse de l'appareil respiratoire par la voie de l'appareil digestif, sans la moindre atteinte portée à l'intégrité absolue de ce dernier appareil. Ils ont été publiés en 1873.

1874. — Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Lille, page 943. *Contagion de la tuberculose.* — Les faits dont il vient d'être question demandaient à être vérifiés. Est-il vraiment possible de communiquer couramment la tuberculose par la voie digestive, dans les conditions qui viennent d'être rappelées, où il n'est permis de prévoir que l'intervention d'une quantité insignifiante de matière infectante? D'autre part, pouvait-on accepter sans contrôle l'innocuité absolue d'un agent infectant à l'égard de l'appareil avec lequel il est mis en contact, alors qu'un autre appareil devient le siège de lésions spécifiques très nettes?

Deux veaux de lait furent consacrés à ces vérifications.

Premier veau. — Cet animal était nourri directement au lait en vase. Il ingéra de lui-même, mélangés à son lait, 3g de matière tuberculeuse finement broyée, en provenance d'un porc infecté par le tube digestif avec de la tuberculose bovine :

La santé, au bout de dix semaines, était excellente : je le sacrifiai et trouvai *deux ganglions mésentériques tuberculeux*. Il n'y avait que cela, mais le fait était net.

Deuxième veau. — Ce veau, superbe, était encore avec sa mère. Désirant qu'il s'infectât spontanément comme le premier, j'enduisis les trayons de

la vache d'une pâte faite avec 4g de matière tuberculeuse broyée. Mais le sujet se refusa obstinément à téter sa mère. L'ayant laissé jeûner, je fus plus heureux le lendemain. Toutefois l'animal ne se décida à s'alimenter qu'après avoir essuyé préalablement le pis, avec obstination, en se servant soit de sa tête, soit de son cou. La quantité de matière ingérée a été en somme fort minime :

Six semaines après, l'animal fut sacrifié et je trouvai : *des nodules tuberculeux dans les deux poumons, trois à quatre à chaque sommet;* plus de petits points gélatiniformes distribués dans toute leur étendue. L'examen microscopique me montre que ce sont là, non des produits d'inflammation catharrale, mais bien des éléments de prolifération des cloisons. Il y avait de plus une éruption de granulations grises transparentes sur le larynx, le pharynx et le voile du palais. Donc tuberculose franche.

Ainsi, dans les deux cas, l'infection a été positive. Mais, dans le premier, *elle s'est manifestée exclusivement dans la cavité abdominale,* où elle se localisa sur deux ganglions mésentériques, la muqueuse intestinale conservant la plus parfaite intégrité. Dans le deuxième cas, au contraire, *la manifestation de l'infection se produisit exclusivement dans l'appareil respiratoire.* L'effet en fut surtout localisé dans le tissu pulmonaire, *l'appareil digestif et son système ganglionnaire restant tout à fait indemnes.*

Pourquoi cette différence des résultats fournis par les deux sujets : deux veaux de lait à peu près identiques. Ce sont des matières infectantes de même origine qui ont été employées à leur infection. Seulement l'une avait passé par l'organisme du porc. De ces matières ils ont reçu très peu l'un et l'autre, mais le second infiniment moins que le premier. D'après les faits précédents, il y a chance pour que cette différence soit la cause de celle des effets obtenus dans les deux expériences.

Quoi qu'il en soit de cette explication, on a pu obtenir intentionnellement, d'un mode d'ingestion où ne pouvaient intervenir qu'un très petit nombre d'agents virulents, un troisième exemple d'infection pulmonaire, SANS COÏNCIDENCE AUCUNE AVEC L'EXISTENCE DE LA MOINDRE TRACE D'ALTÉRATION DANS L'INTESTIN ET LES GANGLIONS LYMPHATIQUES DE LA CAVITÉ ABDOMINALE OU DE TOUTE AUTRE RÉGION.

Ce dernier exemple, originaire de Lille, était resté complètement perdu dans le recueil où il a été publié. Les deux premiers, originaires de Lyon, ont été singulièrement oubliés. Tous trois réclament leur place légitime dans les études et les discussions sur les voies naturelles de la propagation de la tuberculose pulmonaire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'application à la pyridine de la méthode d'hydrogénation directe par le nickel.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

On s'accorde à considérer la pyridine C^5H^5N comme un corps non saturé, possédant deux doubles liaisons (formule de Riedel et Hantsch) ou trois doubles liaisons (formule de Körner) : on peut l'envisager comme une molécule de benzène, dans laquelle un atome d'azote remplace le groupe CH. Comme l'hydrogénation directe au contact du nickel divisé s'applique aisément au noyau aromatique, il était permis d'espérer qu'il en serait de même pour le noyau pyridique. D'ailleurs Ladenburg a indiqué que l'action du sodium sur une solution alcoolique de pyridine réalise son hydrogénation régulière et la transforme en pipéridine $C^5H^{10}NH$ (1).

Nous sommes partis de pyridine très pure, soigneusement déshydratée par rectification sur la potasse solide, et bouillant à 115°.

Les vapeurs de pyridine, entraînées par un excès d'hydrogène, étaient dirigées sur la colonne de nickel réduit, maintenue à des températures qui ont varié successivement de 120° à 220°, puis condensées dans un réfrigérant.

A quelque température que l'on opère, le volume gazeux ne subit qu'une diminution minime, ce qui indique que l'hydrogénation n'a pas lieu ou est, du moins, peu importante. Pourtant, par une observation attentive, on arrive à constater un léger décroissement de volume, qui est le plus marqué entre 160° et 180°.

Le liquide condensé bleuit fortement le tournesol, sur lequel la pyridine est sans action. Il donne avec le nitroprussiate de sodium et quelques gouttes de propanone une coloration pourpre intense, indiquant la présence d'une amine primaire ou secondaire (réaction de Rimini) ; au contraire, la pyridine ne fournit pas cette dernière réaction.

Soumis au fractionnement, le liquide bout à partir de 104°, et 20^{cm^3} ont ainsi fourni :

1 cm³	passant	de	103°	à	109°,
5	»	de	109	à	114,
11	»	de	114	à	116,
3	»	de	116	à	130.

(1) Ladenburg, *Ann. der Chem. und Pharm.*, t. CCXLVII, 1888, p. 53.

La majeure partie de la pyridine a passé sur le nickel avec l'hydrogène sans subir de modification : une petite portion a seulement été transformée en une amine bouillant vers 104°.

Comme la pipéridine bout à 104°-105°, qu'elle bleuit le tournesol rouge et donne nettement la réaction de Rimini, on pouvait tout d'abord croire qu'il s'en était produit une petite quantité par fixation de $3H^2$ sur la pyridine. D'après les indications d'essais alcalimétriques, la dose de pypéridine qui serait mélangée à la pyridine dans les têtes de distillation ne dépasserait pas 20 pour 100 et, sur la quantité totale de pyridine qui a passé sur le nickel, à peine $\frac{1}{100}$ aurait été transformé.

Mais nous avons pu établir que l'amine inconnue existant dans les têtes distillées, n'est pas de la pipéridine.

1° La pipéridine exposée à un courant d'anhydride carbonique humide fournit, en même temps que des fumées abondantes, un dépôt de carbonate solide cristallisé, et elle conserve cette propriété quand elle est mélangée à 10 fois son poids de pyridine.

Or les têtes de distillation, exposées au courant de gaz carbonique humide, ne donnent ni fumées, ni carbonate solide.

2° La pipéridine, même diluée dans 10 fois son poids de pyridine, fournit avec le biuret une coloration violette : on n'en observe pas avec l'amine obtenue.

3° Enfin, si l'on fait agir de l'isocyanate de phényle sur le mélange de pyridine et de l'amine inconnue, on obtient, à côté d'une certaine proportion de diisocyanate de phényle [provenant de l'action de la pyridine (1)], corps à peu près insoluble dans l'éther et fondant à 175°, une petite proportion d'aiguilles faciles à dissoudre dans l'alcool et qui sont la phénylurée de l'amine cherchée · elles fondent vers 150°.

La phénylpipéridylurée fond à 171°.

Nous concluons que l'hydrogénation directe de la pyridine sur le nickel ne fournit pas de pipéridine, mais tout paraît indiquer qu'il y a rupture du noyau et formation d'amylamine $CH^3.CH^2.CH^2.CH^2.CH^2.NH^2$.

Nous n'avons pas eu à notre disposition d'amylamine normale permettant l'identification rigoureuse. Mais avec l'isoamylamine, dont les propriétés sont peu différentes, nous avons constaté :

1° Que l'amine bleuit le tournesol et donne la réaction de Rimini;

2° Qu'elle ne donne pas de carbonate cristallisé ni de fumées dans le gaz carbonique humide;

3° Qu'elle ne fournit pas de coloration violette avec le biuret;

4° Qu'elle donne avec l'isocyanate de phényle une phénylurée fondant à 155°, température peu éloignée de celle de l'urée obtenue.

(1) SNAPE, *Chem. Soc.*, t. XLIX, p. 254.

D'ailleurs, si l'on élève vers 220° la température du nickel dans le courant d'hydrogène, l'amylamine produite se scinde et fournit du *pentane* et de l'ammoniaque, faciles à caractériser. Hoffmann, par action de l'acide iodhydrique sur la pyridine à 300°, avait obtenu aussi cette dernière réaction (¹).

Si l'on chauffe plus fort, vers 350°, la destruction de la pyridine est beaucoup plus rapide; il se dégage beaucoup d'ammoniaque et de pentane, dont la majeure partie se scinde au contact du nickel en carbures inférieurs.

Cette rupture du noyau pyridique, quand on essaie de l'hydrogéner sur le nickel, a déjà été observée par Padoa et Carughi (²), qui ont trouvé que la quinoléine, hydrogénée sur le nickel à 260°-280°, maintient son noyau aromatique, mais ouvre son noyau pyridique et fournit finalement de la méthylorthotoluidine.

L'impossibilité d'arriver régulièrement à la pipéridine par hydrogénation directe sur le nickel peut être un argument contre la formule de Körner. Dans tous les cas, ces expériences établissent que le noyau pyridique possède vis-à-vis du nickel une assez grande stabilité, et nous avons pensé que la pipéridine devait, au contact de ce métal, se transformer en pyridine. C'est ce que nous avons vérifié. Les vapeurs de pipéridine, dirigées seules sur du nickel réduit, maintenu vers 250°, sont totalement dédoublées en hydrogène et pyridine bouillant à 115°. On a dans cette réaction une méthode simple pour engendrer le noyau pyridique.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à la pathogénie de l'anthracose pulmonaire.* Note de MM. **S. Arloing** et **E. Forgeot.**

MM. Vansteenberghe et Grysez (³) admettent que, dans la plupart des cas, les fines particules étrangères, caractérisant l'anthracose du poumon et des ganglions bronchiques, franchissent la barrière épithéliale au niveau de l'intestin et non à l'intérieur des voies respiratoires. Autrement dit, l'anthracose pulmonaire et bronchique reconnaît pour cause l'ingestion et non l'inhalation de poussières de charbon.

(¹) Hoffmann, *Ber. chem. Ges.*, t. XVI, 1883, p. 590.

(²) Padoa et Carughi, *Rendic. Accad. Lincei*, t. XV, 1906, p. 113.

(³) *Annales de l'Institut Pasteur*, 1905.

Plus tard, M. Calmette a adopté les idées de MM. Vansteenberghe et Grysez [1]. D'après ces auteurs, les particules en question, notamment celles d'encre de Chine finement broyée, traverseraient l'épithélium intestinal, pénétreraient dans les espaces lymphatiques de l'intestin, gagneraient les ganglions mésentériques, puis le canal thoracique, le système veineux et, finalement, seraient lancées dans le poumon où elles feraient un séjour plus ou moins prolongé.

Depuis ces publications et surtout depuis quelques mois, cette étiologie a été vivement combattue par Mironesco, Schültze, Basset, Remlinger, Colin, Küss et Lobstein, à l'aide d'arguments d'une très grande valeur.

Pour établir que l'anthracose du poumon est d'origine intestinale, il ne suffit pas d'observer l'existence de granulations noires dans le poumon à la suite de l'ingestion d'encre de Chine, vu que l'anthracose, à des degrés divers, est habituelle chez le lapin et le cobaye d'un certain âge; il faut montrer une trace, pour ainsi dire indiscontinue, du noir entre l'intestin et le poumon.

Or les contradicteurs de MM. Calmette, Vansteenberghe et Grysez n'ont jamais pu saisir les granulations noires à travers les premières étapes, c'est-à-dire dans l'épaisseur de l'intestin et des ganglions mésentériques. On a fait usage de carmin en suspension; on ne l'a pas vu davantage dans les parois intestinales et les ganglions mésentériques; on ne l'a pas aperçu non plus dans le poumon, où l'on aurait pu le distinguer par sa couleur des particules noires arrêtées antérieurement dans l'organe.

I. Nous tenons à ajouter notre témoignage à celui de Mironesco, Schültze, Basset, Remlinger, Colin, Küss et Lobstein.

Nous avons fait de nombreuses expériences d'*ingestion* sur le cobaye, le lapin, le très jeune chevreau, le très jeune chien, la chèvre et le chien adultes.

Les matières ingérées furent le noir de fumée de commerce, l'encre de Chine liquide (marque Bourgeois), l'encre de Chine solide délayée par friction dans un godet, le carmin et les granulations contenues dans une tumeur mélanique du cheval.

Les animaux ont été sacrifiés au bout d'un laps de temps variable après l'ingestion, de la sixième heure à la quarante-huitième heure. Les parois de l'intestin, en amont et en face du contenu coloré, les ganglions mésentériques furent examinés sur des coupes microscopiques, avec ou sans coloration.

Dans toutes nos expériences, *il nous fut impossible de constater la pré-*

---

(1) *Comptes rendus,* 3 décembre 1906 et *Soc. de Biologie,* 8 décembre 1906.

sence des granulations colorées, à travers les coupes de l'intestin et des ganglions mésentériques.

M. Calmette, il est vrai, pense que les granulations ne restent pas dans les organes qu'elles envahissent; qu'elles en sortent graduellement, entraînées par le courant lymphatique. L'examen de l'intestin et des ganglions mésentériques pourrait donc être fait après que les granulations les auraient quittés. Nous avons prévu cette objection. Certains cobayes reçurent de l'encre pendant 6 jours consécutifs, des chiens mangèrent du noir de fumée à profusion pendant 4 jours de suite, le contenu intestinal était noir d'un bout à l'autre du conduit; pourtant, chez aucun animal, les parois intestinales et les ganglions mésentériques n'offraient d'anthracose.

Nous poserons donc, en règle générale, *que les substances introduites dans le tube digestif sous forme de particules solides, extrêmement fines, animées de mouvements browniens sous le microscope, sont maintenues en dehors de la muqueuse intestinale et ne sauraient être l'origine de l'anthracose pulmonaire.*

II. Au surplus, si l'anthracose pulmonaire reconnaissait l'origine indiquée par M. Calmette, on la déterminerait au maximum en déversant l'encre de Chine dans la veine jugulaire, d'où elle serait poussée immédiatement dans le poumon par le cœur droit.

Cependant il n'en est rien, ainsi qu'il résulte des expériences que nous avons instituées et qui distinguent notre travail des recherches antérieures.

En effet, si l'on injecte une petite quantité d'émulsion d'encre de Chine dans les veines du lapin, au bout de 24 heures le poumon ne paraît pas plus foncé que celui d'un lapin normal de même âge, tandis que le foie, la rate, la moelle des os reflètent une teinte brune très nette. L'état de ces organes reste à peu près semblable, au troisième jour et au huitième jour après l'injection.

Si l'on injecte une assez forte dose pendant 3 jours de suite, 30 heures après la dernière injection, le poumon est plus foncé, le foie, la rate, la moelle des os ont pris une teinte franchement noire. Le microscope permet de voir des granulations dans les cellules endothéliales des vaisseaux de ces organes et dans les cellules lymphatiques. On en aperçoit même quelques-unes dans les corpuscules de Malpighi des reins, mais non dans les tubes urinifères.

Nous avons fait des observations analogues sur le cobaye et le chien.

Somme toute, après introduction des granulations d'encre de Chine

dans les veines, on pourrait se demander si vraiment le poumon en retient. La réponse pourtant paraît être affirmative, car, si l'on substitue le carmin à l'encre de Chine, on rencontre quelques grains de cette substance dans le poumon. Mais, comme avec l'encre de Chine, on en constate en bien plus grande quantité dans le foie, la rate; on en aperçoit même dans le pancréas, les reins et jusque dans les ganglions mésentériques et la trachée, fixé par les cellules endothéliales des vaisseaux.

En résumé, les granulations très fines lancées dans le torrent circulatoire sont retenues par les différents filtres que représentent les organes parenchymateux. Le poumon, bien que situé le premier sur le trajet de ces granulations, en retient beaucoup moins que les autres parenchymes. Conséquemment, *il n'est pas vraisemblable que les parcelles étrangères que le poumon renferme en plus ou moins grande quantité lui arrivent par le sang.*

Au surplus, dans l'hypothèse de MM. Calmette, Vansteenberghe et Grisez, l'anthracose pulmonaire devrait toujours coïncider avec une anthracose plus intense du foie, de la rate et de la moelle osseuse, ce que l'on n'observe pas dans la pratique.

Néanmoins, M. Calmette ayant observé des ganglions infiltrés de particules solides, il faut admettre que ces particules peuvent traverser l'intestin, dans des cas exceptionnels, dont le déterminisme est à trouver.

M. **Gaston Bonnier** fait hommage à l'Académie du premier fascicule du Tome second du *Cours de Botanique*, publié par lui, en collaboration avec M. Leclerc du Sablon, qui renferme les Cryptogames vasculaires et les Muscinées.

Le prince **Roland Bonaparte** fait hommage à l'Académie d'une *Note de Géographie botanique* qu'il vient de publier. L'auteur y donne les résultats des statistiques dressées par lui pendant ses courses dans les Alpes suisses relativement à la plus ou moins grande fréquence, suivant l'altitude, des variétés polycéphales de l'*Arnica montana* de Linné.

PLIS CACHETÉS.

M[me] V[ve] **Henri Moissan** et **son fils** demandent l'ouverture d'un pli cacheté déposé par M. Henri Moissan le 5 novembre 1906 et inscrit sous le n° 7156.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, renferme la Note suivante :

Recherches sur l'ammonium; par M. **Henri Moissan.**

L'amalgame d'ammonium peut s'obtenir :

1° Par l'action de l'amalgame de sodium sur un sel ammoniacal;

2° Par l'électrolyse d'un sel ammoniacal humide avec cathode de mercure.

Nous avons démontré antérieurement que la réaction de l'amalgame de sodium sur le chlorure ou l'iodure d'ammonium pouvait se faire en l'absence de l'eau, en faisant réagir les deux composés au milieu de gaz ammoniac liquéfié. Dans ce cas, on obtient à — 40° un amalgame stable que l'on peut séparer de l'ammoniac liquéfié, laver à l'éther et qui, par sa décomposition à la température ordinaire, donne, en augmentant de température, exactement 1^{vol} d'hydrogène pour 2^{vol} d'ammoniac.

Seulement, nous avons reconnu depuis que cette réaction n'est possible qu'en présence d'un excès de sodium. Même à — 40° l'amalgame ne peut plus exister dès que l'excès de sodium disparaît, par exemple, par des lavages répétés, avec une solution de sel ammoniac dans l'ammoniac liquéfié.

La formule

$$\mathrm{NaHg + AzH^4Cl = NaCl + AzH^4Hg}$$

est donc fausse.

Le sodium intervient dans la réaction et, lorsque ce métal a disparu, le soi-disant amalgame d'ammonium ne peut plus exister.

L'amalgame, formé par électrolyse, lorsqu'il est préparé par le procédé d'Humphry Davy, en opérant sur 3^g de mercure en présence d'un courant de 110 volts sous 10 ampères, fournit un amalgame qui mousse rapidement, et qui, sous l'action du courant, produit des filaments bleus qui s'allongent dans les fissures du sel ammoniac et se décomposent presque instantanément aussitôt que cesse l'action électrique.

Cet amalgame peut être enrichi en opérant à une température de $-40°$ et donner par sa décomposition, pour 2^g à 3^g de mercure, environ 10^{cm^3} d'hydrogène. Lorsqu'il est concentré, il prend nettement une teinte bleue.

Ce composé bleu peut être obtenu soit en électrolysant une solution d'iodure double d'ammonium et de mercure dans l'ammoniac liquéfié, soit, surtout, en électrolysant à $-40°$ une solution aqueuse de 3^g d'iodure d'ammonium et $0^g,5$ d'iodure mercurique dans 20^g d'eau. On opère avec un courant de 110 volts et il passe environ $2^{amp},5$ pendant l'électrolyse.

L'anode et la cathode sont formées de deux lames de platine. L'expérience se fait dans un tube en U en verre, refroidi à $-30°$. A l'anode se dépose de l'iode qui se dissout rapidement dans le liquide qui l'entoure. A la cathode se forme un paquet de filaments bleus qui s'enchevêtrent rapidement. Le corps, ainsi produit, ne se maintient que pendant le passage du courant. Aussitôt que l'on arrête le courant, le dépôt bleu se décompose brusquement, en dégageant de l'hydrogène et en donnant un nuage gris de mercure. Ce dernier métal paraît intervenir dans la constitution de ce composé.

Ce corps bleu instable est soluble dans le mercure. On peut le préparer par électrolyse, puis, lorsque l'électrode est encore traversée par le courant, si l'on vient à la plonger dans le mercure, ce dernier dissout le corps bleu, augmente de volume, puis se décompose ensuite en présentant toutes les propriétés de l'amalgame d'ammonium.

Ce nouveau procédé de préparation de ce composé bleu permettra d'en étudier les propriétés et d'établir le rôle qu'il joue dans l'amalgame d'ammonium.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *L. Boltzmann*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 44,

M. Aimé Witz obtient	. . . .	39 suffrages
M. Marchis	»	3 »
M. de Sparre	»	2 »

M. AIMÉ WITZ, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

CORRESPONDANCE.

La Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, le Comité technique de l'Artillerie de la Marine portugaise adressent à l'Académie l'expression de leurs sentiments de profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *Marcelin Berthelot*.

M. le Maire de la ville de Brive invite l'Académie à se faire représenter, le dimanche 16 juin 1907, à l'inauguration du monument érigé à la mémoire de Pierre-André Latreille.

L'Académie désigne M. Edmond Perrier pour la représenter à cette cérémonie.

Sir Archibald Geikie, Président de la Société géologique de Londres, invite l'Académie à se faire représenter par un délégué aux fêtes par lesquelles la Société célébrera le centenaire de sa fondation, les 26, 27 et 28 septembre 1907.

(Renvoi à la Section de Minéralogie.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le *Compte rendu annuel des travaux exécutés par le Service géographique de l'Indo-Chine* (année 1906).

GÉODÉSIE. — *Sur la forme du géoïde dans la région du Sahel d'Alger.* Note de MM. Bourgeois et Noirel, présentée par M. H. Poincaré.

I. Nous avons mis en évidence dans une Note précédente la déviation de la verticale en quatre stations géodésiques situées sur le pourtour du Sahel d'Alger, et montré que cette déviation était due à l'attraction exercée par un îlot de roches sensiblement plus denses que les terrains avoisinants où

sont placées ces stations géodésiques et dont le point culminant se trouve à peu de distance de l'Observatoire de la Bouzaréa, qui est la station de départ.

On a comparé en chacune de ces quatre stations la latitude et l'azimut déterminés par l'Astronomie avec les éléments correspondants déduits de la triangulation en partant de la latitude et de l'azimut mesurés directement à la Bouzaréa, d'où l'on a conclu :

	Composantes de la déviation de la verticale (¹) dans les sens	
	N.-S.	E.-O.
	"	"
Bouzaréa (station de départ)	»	»
Amirauté d'Alger................	−16,05	+33,71
Colonne Voirol	−35,90	+21,73
Dély-Ibrahim....................	−27,60	−55,63
Chéragas........................	−19,30	− 6,95

II. Ces résultats d'observation permettent d'étudier la forme du géoïde dans la région du Sahel d'Alger, soit par le calcul, soit par un procédé graphique.

On peut, en effet : 1° calculer le rayon de courbure moyen des lignes (très courtes) du géoïde qui vont de la Bouzaréa à chacune des quatre stations du pourtour : Amirauté d'Alger, Voirol, etc.; 2° déterminer, par une construction graphique analogue à celle qu'emploie le *Coast and Geodetic Survey*, les lignes de contour du géoïde par rapport à l'ellipsoïde de Clarke 1880.

III. Désignons par B la station centrale de la Bouzaréa et par P une des stations du pourtour. Si η est la composante de la déviation de la verticale en P, calculée dans l'azimut de la ligne géodésique BP en fonction des composantes de la déviation en P qui résultent de l'observation, le rayon de courbure théorique moyen R et le rayon de courbure moyen du géoïde R_1 le long de BP seront entre eux dans le rapport $\frac{A}{A+\eta}$, où A est l'angle des deux normales à l'ellipsoïde aux extrémités de la ligne BP, dont la longueur n'atteint dans aucun cas 8^{km}.

On détermine aisément R et A pour l'ellipsoïde. Le rayon R du cercle osculateur au

(¹) En secondes centésimales.

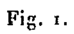
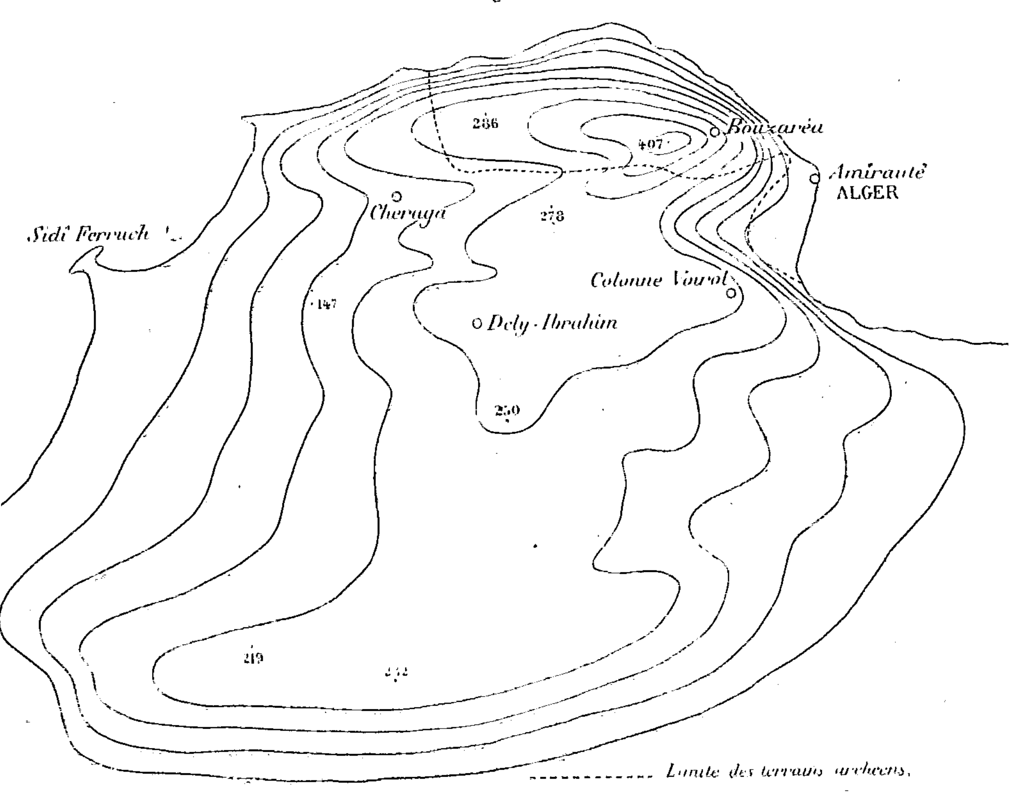
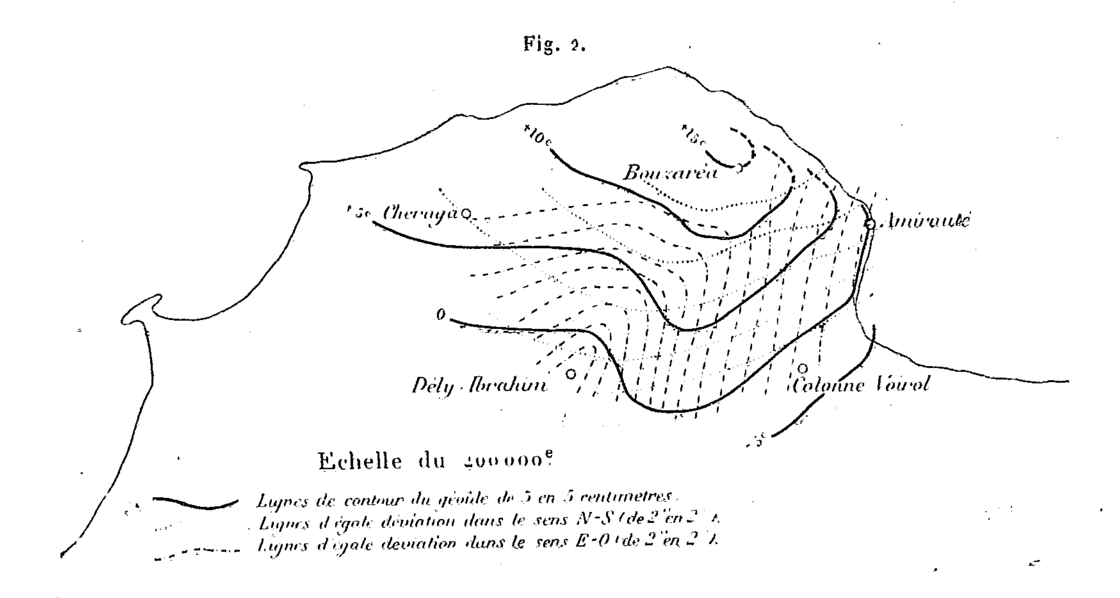


Fig. 1.



Sidi Ferruch
Bouzaréa
407
286
278
Amirauté
ALGER
Cheraga
147
Colonne Voirol
Dely-Ibrahim
250
219
Limite des terrains archéens.

Fig. 2.



+10c
+15c
Bouzaréa
+5c
Cheraga
Amirauté
0
Dély-Ibrahim
Colonne Voirol
-5c
Echelle du 200000e
Lignes de contour du géoïde de 5 en 5 centimètres.
Lignes d'égale déviation dans le sens N-S (de 2" en 2").
Lignes d'égale déviation dans le sens E-O (de 2" en 2").

milieu de la ligne géodésique très courte PB s'obtient en calculant l'azimut α de la ligne géodésique en ce point milieu, puis en appliquant la formule d'Euler

$$\frac{1}{R} = \frac{\cos^2\alpha}{N} + \frac{\sin^2\alpha}{\rho}.$$

Si L est la longueur de BP fournie par la triangulation, on a $A = \frac{L}{R}$.

On obtient ainsi les valeurs suivantes :

Lignes géodésiques.	η.	R_1 en kilomètres.	R en kilomètres.	$\frac{R - R_1}{R}$.
	"			
Bouzaréa-Amirauté (3419m).....	37,2	5738	6385	$\frac{1}{10,1}$
Bouzaréa-Voirol (5124m).......	39,6	5926	6362	$\frac{1}{16,5}$
Bouzaréa-Dély (6622m).........	69,9	5765	6373	$\frac{1}{10}$
Bouzaréa-Chéragas (7559m).....	10,3	6274	6359	$\frac{1}{77}$

Le géoïde accuse donc dans tous les azimuts une courbure beaucoup plus forte que l'ellipsoïde.

La valeur de η à l'Amirauté d'Alger, station au bord de la mer, conduit par un calcul direct à un relèvement du géoïde de $0^m,15$ à l'aplomb de la Bouzaréa.

IV. On peut aussi regarder les valeurs trouvées pour les composantes de la déviation de la verticale comme définissant quatre normales d'une surface continue, dont la normale en Bouzaréa se confond avec la normale à l'ellipsoïde, et qui coïncide, le long de la côte, avec la surface moyenne des mers. Le tracé des lignes de contour de cette surface conduit au figuré ci-dessus.

On voit que le géoïde rappelle très sensiblement la surface topographique, mais réduite au $\frac{1}{2300}$ environ dans le sens de la verticale.

PHYSIQUE. — *Sur un nouveau procédé de réglage des tubes à rayons X.* Note de M. G. **Berlemont**, présentée par M. d'Arsonval.

La question de réglage des tubes à rayons X étant des plus importantes au point de vue médical, puisque, suivant les malades à traiter, on a besoin d'employer des rayons plus ou moins pénétrants, j'ai continué à chercher la solution de ce problème et je me suis arrêté pour le moment à un système dont l'application m'a paru pratique. Ce procédé permet non seulement de mollir le tube lorsqu'il est trop dur, mais encore de le durcir à

volonté rapidement, ce qui n'avait pas encore été rendu pratique, et ceci sans l'intervention d'aucun accessoire.

En plaçant dans le champ cathodique une tige d'aluminium convenablement préparée, si on relie cette tige à la cathode et que l'on fasse passer dans le tube un faible courant pendant 2 ou 3 minutes, le tube devient très dur et se maintient dans cet état; si, au contraire, on relie la tige à l'anode en laissant fonctionner le tube normalement, il mollit graduellement; ce moyen assez lent permet donc de ramener un tube trop dur à l'état voulu sans crainte qu'il devienne trop mou.

Comme exemple, un même tube, après 50 heures de marche dans les deux sens, devenu dur et donnant au spintérémètre 15^{cm} d'étincelle équivalente, en 10 minutes est ramené à 6^{cm}.

En sens contraire, de 2^{cm} d'étincelle équivalente après 6 minutes de fonctionnement le tube revient à 10^{cm}.

Dans le cas de durcissement du tube la tige d'aluminium reliée à l'anode et servant d'anode, lui-même s'échauffe et dégage de l'hydrogène dans le vide; bien préparé cet aluminium dégage 10 pour 100 plus que son volume d'hydrogène (Méthode de Dumas), ce qui peut permettre de dire que ce système peut marcher tant que durera l'aluminium, le dégagement nécessaire à la régénération du tube étant très faible; lorsque au contraire on veut durcir le tube la tige étant reliée à la cathode, il se produit une absorption de l'hydrogène par cette tige; ceci dû à des phénomènes physiques qu'il ne m'a pas été permis de définir.

CHIMIE. — *Détermination des limites d'inflammabilité des mélanges explosifs de vapeurs d'éther et d'air.* Note de M. **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

J'ai adressé à l'Académie des Sciences au mois d'octobre 1900 (*Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 727) une Note *Sur les mélanges explosifs d'air et de vapeurs d'hydrocarbures*. Les hydrocarbures que j'avais étudiés alors étaient extraits de l'essence pour les automobiles : les vapeurs d'éther ordinaire sont à cet égard à rapprocher de celles des hydrocarbures. La détermination des limites d'inflammabilité des mélanges explosifs qu'elles forment avec l'air n'a pas encore été faite.

Cette détermination présente aujourd'hui un intérêt particulier à la suite de la déclaration que M. Gaston Menier, député de Seine-et-Marne, a faite à la Chambre dans la séance du 28 mars dernier, en exposant à ses collègues qu'il avait eu l'occasion de constater qu'une forte odeur d'éther régnait dans les soutes d'un de nos puissants navires de guerre.

J'ai donc entrepris cette détermination et, en modifiant mon procédé de 1900, je suis arrivé à l'effectuer d'une manière extrêmement simple et rapide.

L'éther $C^4H^{10}O$ est brûlé suivant l'équation

$$C^4H^{10}O + 12O = 4CO^2 + 5H^2O,$$

et le calcul, d'après cette équation, montre qu'un litre d'air, à la température moyenne de 15°, pesant 1g,226 est capable de brûler 98mg d'éther. Donc, la limite d'inflammabilité inférieure sera plus faible, la limite supérieure plus forte que ce nombre. En se basant sur l'analogie avec les hydrocarbures, on peut admettre provisoirement que l'écart de 98mg doit être de $\frac{1}{3}$ environ soit en moins, soit en plus; ainsi, la limite inférieure serait vers 60mg, la limite supérieure de 130mg à 140mg.

Guidé par ces considérations, voici comment j'opère :

Je prends une eprouvette servant à déterminer l'inflammabilité des mélanges gazeux, dont le diamètre intérieur est de 33mm et dont l'orifice est suffisamment rétréci pour être fermé avec le pouce. La capacité en est approximativement de $\frac{1}{4}$ de litre. Au préalable, j'y verse un peu de mercure qui me servira à obtenir par agitation le mélange homogène d'éther et d'air, puis, au moyen d'une pipette, j'y laisse tomber une goutte d'éther, j'agite et j'introduis une allumette enflammée, en procédant à la façon habituelle. Le résultat constaté, je renouvelle soigneusement l'air de l'éprouvette, je recommence l'essai en employant deux gouttes d'éther et ainsi de suite.

Les gouttes d'éther sont notablement plus petites que les gouttes d'eau. Je me suis assuré que le poids des gouttes successives, obtenues avec une pipette donnée, demeure le même pour toutes. A cet effet, j'ai pesé dans un petit tube de verre d'abord 10 gouttes, j'ai trouvé 110mg; j'ai ajouté 10 gouttes nouvelles, j'ai trouvé au total 220mg. Quand on opère rapidement, l'évaporation n'a pas d'influence sur le poids de la goutte qui demeure égal à 11mg.

Chacun des essais à l'éprouvette s'effectue en moins d'une minute; voici les résultats que j'ai obtenus :

1 goutte d'éther en 250cm³, soit 45mg au litre d'air : pas d'inflammation.

2 gouttes, ou 90mg au litre : inflammation très nette, flamme bleu clair, se propageant assez rapidement dans l'éprouvette.

3 gouttes, ou 135mg au litre : inflammation explosive, flamme bleue se propageant très rapidement.

4 gouttes, 180mg au litre : inflammation explosive, flamme verte dénotant un excès de vapeurs d'éther.

5 gouttes, 225mg au litre : l'inflammation n'a pas lieu, l'allumette s'éteint en pénétrant dans l'éprouvette.

Ces résultats montrent de la façon la plus évidente qu'il existe pour l'éther des limites d'inflammabilité analogues à celles du grisou. La limite inférieure d'inflammabilité est comprise entre 45^{mg} et 90^{mg}, elle est probablement vers 75^{mg} (ou grammes au mètre cube d'air); de même, on peut admettre 200^{mg} comme limite supérieure au-dessus de laquelle le mélange ne devient inflammable que par addition d'air ([1]).

Il faut noter que, l'éther commercial n'étant pas sec, et contenant de l'alcool et d'autres impuretés, les chiffres trouvés doivent être supérieurs à ceux que j'avais calculés en me basant sur des considérations théoriques. Malgré cela, la limite inférieure d'inflammabilité de l'éther est plus faible que celle du grisou : celle-ci en effet est admise sans conteste à 6 pour 100, ce qui fait 86^{mg} de méthane au litre d'air. La limite supérieure est à peu près la même pour l'un et l'autre composé.

Comme application pratique de cette étude, je proposerai pour l'essai de l'air contenant de l'éther la méthode suivante, comprenant les trois cas qui peuvent se présenter :

1° L'essai direct de l'air en question donne l'inflammation : le mélange est explosif.

2° Il ne donne d'inflammation qu'après addition d'air : la proportion d'éther est plus forte que la limite supérieure.

3° Les deux premiers essais étant demeurés sans résultat, on ajoute une goutte d'éther, l'inflammation a lieu; l'air essayé contient de 35^{mg} à 60^{mg} au litre. L'inflammation n'a pas eu lieu avec une goutte; elle aura fatalement lieu avec deux gouttes; mais, dans ce cas, l'essai comparatif avec de l'*air pur* additionné de deux gouttes d'éther fixera très approximativement sur la proportion primitive de l'éther.

Ces essais rapides et faciles suffiront pour renseigner sur la nature du mélange d'éther et d'air. Pour obtenir une plus grande précision, il faudra opérer non plus avec un appareil de $\frac{1}{4}$ de litre, mais avec un appareil de 1^{l} et, dans ce cas, prendre des précautions spéciales, car l'opération peut être dangereuse en raison de la violence de l'explosion.

([1]) La densité de l'air diminuant avec la température, vers 30° ou 35°, le poids d'éther nécessaire pour atteindre la limite d'inflammation sera évidemment plus faible.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la réduction de la magnésie par le charbon.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. Ditte.

Parmi les oxydes métalliques, l'oxyde de magnésium est le seul dont la réduction par le charbon n'ait pas été nettement démontrée jusqu'ici. Dans ses belles recherches sur la chimie des hautes températures, notre regretté maître Henri Moissan a fréquemment utilisé la magnésie pour isoler les récipients de charbon des parois en chaux de son four électrique et éviter ainsi la formation de carbure de calcium. Il pensait toutefois que cette irréductibilité de la magnésie pouvait n'être qu'apparente, par suite de l'instabilité du carbure de magnésium et de l'activité du métal. Dans la présente Note, nous décrirons quelques expériences nouvelles, que nous avons faites dans le but de constater s'il était possible de mettre en évidence la réduction de la magnésie à la température du four électrique.

Nous avons tout d'abord étudié comparativement la volatilité de la magnésie et celle de la magnésie mélangée de charbon de sucre dans les proportions correspondant à $MgO + C$. Nous avons opéré dans des creusets de charbon de même capacité, renfermant un poids déterminé de magnésie avec ou sans charbon. Le four électrique était alimenté par un courant de 700 ampères sous 110 volts. Avec ce régime, l'ébullition de la magnésie est sensiblement atteinte dès la septième minute, car la volatilisation devient subitement très rapide dans les deux cas. Mais, pour des durées inférieures du temps de chauffe, le départ de la magnésie est trois à quatre fois plus notable en présence de charbon, ce qui s'explique aisément par l'intervention d'une réduction.

Si l'on dispose, au-dessus du creuset contenant le mélange d'oxyde et de charbon, un tube de cuivre traversé par un courant d'eau froide, on condense sur la paroi de ce tube un enduit formé de magnésie cristallisée, de chaux et de grains grisâtres dont quelques-uns possèdent l'éclat métallique. Ces derniers sont peu abondants, ils décomposent lentement l'eau et ils sont attaqués par l'acide chlorhydrique avec dégagement gazeux. L'analyse qualitative y révèle la présence du magnésium, du calcium et d'un résidu insoluble de couleur noire constitué par du charbon. La formation de cette matière grise riche en magnésium indique qu'il y a eu une réduction de la magnésie, mais on peut objecter qu'en raison des chaleurs de formation très voisines des oxydes de calcium et de magnésium, le calcium a pu, à ces hautes températures, jouer un rôle réducteur vis-à-vis des vapeurs de magnésie.

Pour éliminer cette influence réductrice possible du calcium provenant de l'action de la vapeur de carbone sur les parois du four, le mélange à réduire a été placé dans une sorte de tube à essai en charbon protégé lui-même par un second tube de 8^{mm} d'épaisseur. La cavité du four était en outre comblée par des fragments d'électrodes et de la magnésie. Dans l'intérieur du tube central pénétrait un tube de cuivre refroidi par un courant d'eau et dont l'extrémité fermée se trouvait à quelques centimètres de la partie la plus chaude où devait s'effectuer la réduction de l'oxyde de magnésium.

Dans une expérience faite avec 50^{g} de mélange de magnésie et de charbon, la durée de la chauffe ayant été de 8 minutes avec un courant de 700 à 800 ampères sous 110 volts, nous avons recueilli sur le tube chaud-froid une dizaine de grammes d'un produit presque noir, compact, présentant des cassures conchoïdales d'un grain très fin et sur lesquelles on reconnaît des parties brillantes métalliques.

En traitant ce produit brut par l'eau, on observe à la température ordinaire un dégagement lent de gaz qui devient très rapide si l'on ajoute de l'acide chlorhydrique. Une partie de la matière se dissout alors en laissant un abondant résidu de charbon. Les gaz sont formés d'hydrogène et d'acétylène dans les proportions d'environ 20 pour 100 d'acétylène. Cette substance ne contenant pas de quantités appréciables de calcium, le mélange gazeux ne peut provenir que de l'action de l'eau et de l'acide chlorhydrique sur le magnésium et sur son carbure.

La combustion dans l'oxygène de ce même produit confirme d'ailleurs ce fait. Cette combustion qui a lieu avec incandescence permet le dosage du carbone et des cendres. La teneur en carbone, très variable avec les différents échantillons, est généralement comprise entre 10 et 25 pour 100; mais, pour une même prise d'essai, la somme du carbone dosé et des cendres est toujours supérieure à 100, parfois de trois à quatre unités, ce qui indique nettement la présence du magnésium soit à l'état de carbure, soit à l'état de métal.

L'existence du carbure de magnésium dans les produits de la réduction est rendue évidente par le dégagement d'acétylène. Pour montrer la présence du métal, nous avons séparé mécaniquement aussi complètement que possible les grains brillants disséminés dans la masse. Ces particules métalliques chauffées dans l'oxygène y brûlent avec un vif éclat en donnant un résidu blanc de magnésie. L'eau est sans action, mais l'acide chlorhydrique étendu les dissout très rapidement avec dégagement de gaz. Si on les humecte sur la lamelle du microscope avec une solution de sulfate de

cuivre ils se recouvrent immédiatement de cuivre métallique. Chauffés en contact avec le verre ils en provoquent la réduction avec formation d'un enduit brun de silicium plus ou moins mélangé de siliciure de magnésium.

L'ensemble de ces faits démontre surabondamment que la magnésie est réduite par le charbon au four électrique avec production de magnésium et de carbure de magnésium. Le magnésium et son carbure sont en grande partie détruits par l'action des gaz du four, qui se diffusent à travers les tubes de charbon. Ces gaz contiennent beaucoup d'oxyde de carbone et l'on sait que le magnésium réduit ce gaz avec la plus grande facilité. Il en résulte cette formation de carbone très divisé et de magnésie qui entraîne la présence d'une forte proportion de ces deux corps dans les produits condensés sur le tube chaud froid.

La température à laquelle s'effectue la réduction de l'oxyde de magnésium doit être très voisine du point d'ébullition de ce composé et peut-être même lui est-elle légèrement supérieure et ne se produit-elle qu'entre la vapeur de carbone et la vapeur de magnésie. On retrouve en effet dans la magnésie fondue des fragments de charbon de sucre ayant conservé leurs formes irrégulières et constituant de véritables incrustations. Il est intéressant d'ajouter que ce carbone s'est complètement transformé en graphite, au sein de cette masse non métallique. Cette transformation a donc lieu avant la réduction de la magnésie.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le sulfure d'aluminium et ses combinaisons avec le sulfure de manganèse et le sulfure de fer.* Note de M. **MARCEL HOUDARD**, présentée par M. Ditte.

Dans une Note antérieure [1] nous avons montré que le sulfure de manganèse fondu au four électrique en présence de charbon n'était pas réduit et dissolvait le carbone amorphe et le diamant, en l'abandonnant par refroidissement à l'état de graphite. Nous avons cru intéressant de répéter cette expérience avec les sulfures d'aluminium et de magnésium, signalés par M. Mourlot [2] comme également irréductibles à ces hautes

[1] M. HOUDARD, *Comptes rendus*, 31 décembre 1906.

[2] MOURLOT, *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XVII, 1899, p. 510.

températures. Nous résumons dans la présente Note les résultats des expériences effectuées avec le sulfure d'aluminium.

Ce composé, soumis à l'action calorifique de l'arc électrique pendant des temps de chauffe différents, en présence de charbon de sucre, ne présente pas de phénomènes de réduction ni de dissolution visibles. Nous avons alors pensé à mettre en présence le sulfure d'aluminium et celui de manganèse, si remarquablement stables, afin de voir s'il y aurait formation de composés doubles. Le sulfure d'aluminium, en tant que sesquisulfure, peut donner en effet, avec certains protosulfures, des composés correspondant aux aluminates.

Jaennigen [1], en fondant un mélange d'alumine et de carbonate alcalin ou alcalino-terreux dans la vapeur de sulfure de carbone, a obtenu les combinaisons du sulfure d'aluminium avec celui de potassium, de sodium, de strontium et de calcium. Nous avons donc chauffé au four électrique différents mélanges des deux sulfures, qui nous ont fourni des masses fondues à texture cristalline, desquelles nous n'avons pu isoler de composés définis. Nous avons alors cherché une autre méthode et tenté de préparer le sulfure d'aluminium au moment même de la réaction.

Dans ce but, nous avons disposé dans un tube de porcelaine vernissée, chauffé au four à vent, alimenté au charbon de cornue, une nacelle de charbon contenant le mélange suivant : Al (en tournure fine) $6^g,00$; MnS (amorphe) $8^g,7$. Ces proportions correspondent à la formation de Al^2S^3MnS avec un léger excès de sulfure d'aluminium. On fait passer dans le tube un courant d'hydrogène sulfuré, purifié et séché, et l'on chauffe doucement de manière à ne pas dépasser le rouge naissant. A cette température l'aluminium se sulfure sans fondre, et le sulfure de manganèse reste intact. Après une heure de chauffe dans ces conditions, on pousse le feu au moyen d'un ventilateur, jusqu'à atteindre le rouge blanc, et l'on maintient une demi-heure la plus haute température possible. Le sulfure d'aluminium, formé au début, est alors fondu et constitue un liquide dans lequel se dissout le sulfure de manganèse, moins fusible. On laisse refroidir lentement dans l'hydrogène sulfuré.

La nacelle contient un lingot dont la surface est de couleur foncée et la cassure, nettement cristalline, jaune mordoré pâle.

Si l'on attaque à l'eau froide le produit ainsi obtenu, on constate qu'il renferme une substance décomposable avec dégagement de H^2S et dépôt d'alumine floconneuse que l'on décante, filtre et caractérise. La majeure

---

(1) JAENNIGEN, *Patent-Blatt*, t. XVI, 1895, p. 421 et *Central-Blatt*, t. II, 1895, p. 205.

partie, composée de cristaux jaune mordoré, est insoluble. Les cristaux ainsi libérés présentent la composition suivante :

			Calculé.
Mn pour 100..........	17,24	17,53	23,20
Al pour 100..........	24,32	23,87	22,79
S pour 100...........	57,20	58,18	54,00

Il y a excès de soufre et d'aluminium et dans le rapport de Al^2 à S^3. Ceci semble dû à ce que les cristaux sont cimentés par du sulfure d'aluminium. Si l'on pulvérise finement, que l'on traite la poudre ainsi obtenue par l'acide acétique étendu (au centième) et que l'on agite pendant quelques minutes, le dosage du résidu insoluble donne alors les résultats suivants :

Mn pour 100.............	23,00	22,84
Al pour 100.............	22,11	22,58
S pour 100..............	54,09	53,45

Nous avons fait varier la composition du mélange initial en ajoutant un excès de sulfure de manganèse. Le produit obtenu contient alors deux constituants cristallins, une masse jaune d'or pâle, parsemée de cristaux verts.

La masse ne s'attaque que très faiblement par l'eau, mais l'acide acétique au $\frac{1}{25}$ ne laisse subsister qu'un résidu minima de cristaux verts dont la composition est la suivante : Mn pour 100, 62,62; S pour 100, 36,76; calculé pour MnS : Mn pour 100, 63,21; S pour 100, 36,78.

Nous avons répété ces expériences avec le mélange : Al (en tournure fine), $5^g,4$; FeS, $11^g,2$. Le sulfure de fer a été obtenu par l'action de H^2S sur le fer réduit pur. On observe avec ces sulfures la formation d'un composé analogue à celui du manganèse. Le lingot attaqué par l'eau froide dégage H^2S; il se sépare alors des cristaux qui ne présentent pas tous une coloration rigoureusement identique; les uns sont brun rouge foncé, les autres grenat, presque noir; ceci semble dû à la présence d'un peu d'oxyde de fer, ainsi que peuvent le faire penser nos analyses.

Le dosage effectué sur les deux variétés traitées, après pulvérisation, par l'acide acétique, donne les résultats suivants :

	Échantillon		Théorie pour Al^2S^4Fe.
	clair.	foncé.	
Fe pour 100.......	21,09	23,76	22,68
Al pour 100.......	24,32	22,84	23,58
S pour 100........	52,95	51,23	53,74

En présence d'un excès de FeS il semble qu'il y ait séparation de ce dernier ou d'un composé de couleur plus foncée, que nous n'avons pu isoler sans altération.

Conclusions. — Le sulfure d'aluminium, irréductible aux plus hautes températures du four électrique, donne avec le sulfure de manganèse et le sulfure de fer deux combinaisons doubles : Al^2S^4Mn, Al^2S^4Fe, comparables aux aluminates. Ces deux composés sont cristallisés, mais il nous a été difficile d'obtenir des cristaux isolés déterminables. Ils sont sans action visible sur la lumière polarisée, et présentent des pointements de cube et d'octaèdre. En présence d'un excès de MnS nous avons pu séparer ce dernier à l'état cristallin. Il paraît vraisemblable que l'on puisse préparer une série de ces combinaisons; nous en poursuivons l'étude.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau chlorure de tantale.* Note de M. C. **Chabrié**, présentée par M. A. Haller.

Jusqu'ici on n'a décrit qu'un chlorure de tantale $TaCl^5$, et l'on est en droit de penser qu'il peut en exister d'autres, puisque plusieurs oxydes inférieurs de tantale ont été obtenus; tels sont les oxydes Ta^2O^4, Ta^2O^3, Ta^2O^2.

J'ai préparé un sous-chlorure correspondant au dernier de ces oxydes en faisant réagir le pentachlorure connu sur l'amalgame de sodium pris comme réducteur.

Préparation. — J'ai placé dans un tube en verre d'Iéna, bien séché, un mélange de pentachlorure ($7^g,2$) et d'amalgame de sodium à 3 pour 100 ($15^g,2$). Ce mélange s'échauffe spontanément. Il a été amené progressivement jusqu'au rouge après qu'on eût fait le vide dans le tube.

Après avoir laissé la masse refroidir dans le vide, on a versé le contenu du tube dans une capsule contenant de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique, puis on a filtré et concentré rapidement sous pression réduite pour éviter l'élévation de la température.

La solution, d'abord colorée en vert foncé, a pâli et a laissé déposer une poudre verte cristalline qui a été lavée à l'eau froide, puis mise à sécher dans un dessiccateur à acide sulfurique.

Vue au microscope, cette poudre présente l'aspect d'hexagones d'un beau vert émeraude.

Analyse. — L'examen spectroscopique du produit a été fait par mon savant ami, M. de Gramont, dont la haute compétence en Spectroscopie est connue. Il a pu constater la concordance complète entre les raies obtenues en examinant le nouveau

chlorure et un échantillon très pur d'anhydride tantalique que j'avais préparé. Le tantale a donc été ainsi décelé qualitativement à l'état de pureté, puisque aucune addition de raies étrangères n'a été observée. Il a fallu avoir recours à l'étincelle condensée.

Le chlore a été dosé par le procédé à la chaux et le tantale a été pesé sous la forme d'anhydride tantalique. L'eau a été déterminée par perte de poids du produit chauffé dans un courant de gaz carbonique. L'eau a été pesée.

Les résultats obtenus ont été les suivants :

	Nombres obtenus.	Nombres calculés pour la formule $TaCl^2, 2H^2O$.
Tantale	63,83	63,1
Chlore..........	23,85	24,4
Eau	12,22	12,5
	99,90	100,0

Ces nombres, résultant d'analyses faites sur de petites quantités de substance, vu le faible rendement de la préparation, paraissent suffisants pour admettre la formule $TaCl^2, 2H^2O$.

Propriétés. — Le produit est soluble dans l'eau quand il vient d'être préparé. Cette solubilité, faible d'ailleurs, est plus considérable à chaud qu'à froid.

Le produit solide abandonné à l'air se transforme en un corps brun tout en conservant sa forme cristalline.

Chauffé à l'air, sur une lame de platine, il se décompose spontanément au rouge avec incandescence, en perdant son chlore et en laissant de l'anhydride tantalique insoluble dans l'acide fluorhydrique. C'est cette décomposition faite en présence de chaux qui a permis de doser le chlore comme il a été dit plus haut. Le produit vert traité par l'acide nitrique ne donne pas d'acide tantalique, même à 100°, mais une poudre d'un brun rougeâtre, qui paraît bien être le produit d'une oxydation intermédiaire entre l'anhydride tantalique et l'oxyde correspondant au nouveau sous-chlorure. En effet cette poudre, traitée par l'acide chlorhydrique et le chlorure stanneux, repasse au type primitif vert, ce qui n'a pas lieu pour l'anhydride tantalique. De plus, cette poudre oxydée à chaud donne de l'anhydride tantalique.

L'acide nitrique ou l'eau de brome transforment la solution verte en une solution jaune que le chlorure d'étain ramène à la couleur verte. L'action prolongée de l'eau de brome à chaud produit cependant de l'acide tantalique.

La solution oxydée par l'acide nitrique, puis traitée par l'ammoniaque, devient incolore et donne un précipité brun.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode de synthèse des amides β-cétoniques non substituées.* Note de MM. **Ch. Moureu** et **I. Lazennec**, présentée par M. Haller.

Les amides acétyléniques $R-C\equiv C-CONH^2$ doivent donner normalement, par fixation d'eau sur la liaison acétylénique, des amides β-cétoniques non substituées $R-CO-CH^2-CONH^2$. Nos essais d'hydratation par l'intermédiaire de l'acide sulfurique ont échoué dans la série grasse; par contre, la phénylpropiolamide $C^6H^5-C\equiv C-CONH^2$ nous a fourni la benzoylacétamide $C^6H^5-CO-CH^2-CONH^2$ (*Bull. Soc. chim.*, 3[e] série, t. XXXV, p. 523).

D'autre part, l'hydrolyse des produits de condensation des amides acétyléniques avec les phénols, tel le composé

$$C^6H^5-C(OC^6H^5)=CH-CONH^2,$$

a toujours dépassé, dans nos expériences, la formation de l'amide β-cétonique, pour aboutir finalement à l'acétone correspondante (*loc. cit.*, p. 539).

Nous sommes parvenus à hydrater régulièrement les amides acétyléniques en chauffant leur solution alcoolique avec une amine secondaire, au mieux avec de la pipéridine. Voici, par exemple, comment nous transformons l'amide amylpropiolique $C^5H^{11}-C\equiv C-CONH^2$ en caproïlacétamide $C^5H^{11}-CO-CH^2-CONH^2$:

On chauffe à reflux, pendant 4 heures, une solution de 4 parties d'amide amylpropiolique dans 30 parties d'alcool à 95°, en présence de 10 gouttes de pipéridine. Après évaporation du solvant, la masse cristalline résiduelle est lavée à l'éther et purifiée par cristallisation dans l'eau. On obtient ainsi 3g,50 de caproïlacétamide pure.

Le même mode opératoire nous a fourni aisément l'heptylylacétamide à partir de l'hexylpropiolamide. Dans le cas de la phénylpropiolamide, il est nécessaire, si l'on veut avoir de bons rendements, d'augmenter la proportion de pipéridine, et d'en employer 1^{mol} pour 1^{mol} d'amide acétylénique.

Nous devons nous demander par quel mécanisme s'opère l'hydratation des amides acétyléniques sous l'action de la pipéridine. Il est naturel de penser que cette base doit former d'abord avec l'amide acétylénique un produit de condensation intermédiaire. En fait, nous sommes parvenus,

dans le cas de l'amide phénylpropiolique $C^6H^5 - C \equiv C - CONH^2$, à préparer à l'état de pureté la combinaison $C^6H^5 - \underset{\displaystyle NC^5H^{10}}{\overset{|}{C}} = CH - CONH^2$; elle fond à 135°-136° et, traitée par l'acide oxalique en liqueur éthéro-alcoolique, elle donne nettement de l'oxalate de pipéridine et la benzoylacétamide $C^6H^5 - CO - CH^2 - CONH^2$.

Remarquons, d'autre part, que le rendement en amide β-cétonique est toujours très supérieur à celui qui correspondrait à la proportion de pipéridine mise en œuvre. Cette base agit donc comme catalyseur : elle forme avec l'amide acétylénique un composé intermédiaire, qui se dédouble au fur et à mesure par hydratation, en donnant l'amide β-cétonique, avec régénération de la pipéridine.

Les amides β-cétoniques $R - CO - CH^2 - CONH^2$ sont peu solubles dans l'éther et facilement solubles dans l'eau chaude. Elles sont solubles dans les solutions aqueuses d'alcalis caustiques. Leur solution alcoolique produit, avec le chlorure ferrique, une coloration violet rouge intense.

Elles fournissent aisément, sous l'action de l'hydrate d'hydrazine, les pyrazolones correspondantes, avec mise en liberté d'ammoniaque, ce qui confirme leur constitution :

$$R - CO - CH^2 - CONH^2 + NH^2 - NH^2$$
$$\rightarrow R - \underset{\displaystyle \underset{\displaystyle \diagdown NH^2}{NH}}{\overset{}{C}} = CH - CONH^2 \rightarrow \begin{array}{c} CH \overline{\qquad} CO \\ \| \qquad\quad | \\ R - C \diagdown \; \diagup NH + NH^3 \\ NH \end{array}$$

Caproïlacétamide : $CH^3 - (CH^2)^4 - CO - CH^2 - CONH^2$, fond à 99°-100°.

Heptylylacétamide : $CH^3 - (CH^2)^5 - CO - CH^2 - CONH^2$, fond à 106°-107°.

Benzoylacétamide : $C^6H^5 - CO - CH^2 - CONH^2$, fond à 111°-113°. Ce corps a déjà été préparé par M. Obrégia en hydratant le nitrile correspondant ou cyanacétophénone $C^6H^5 - CO - CH^2 - CN$ par l'intermédiaire de l'acide sulfurique (*A.*, p. 266, 332), et par M. Guareschi en traitant par l'eau chaude la β-amino-cinnamide $C^6H^5 - C(NH^2) = CH - CONH^2$ (*R. Accad. d. Scienze di Torino*, t. XXXIX, 1904).

Nous devons ajouter également, en terminant, que l'on connaissait, avant ces recherches, quelques amides β-cétoniques substituées. Peters, d'une part, et Guareschi, de l'autre, en ont préparé une série, telles la méthylacétylacétamide

$$CH^3 - CO - CH(CH^3) - CONH^2,$$

et la benzylacétylacétamide

$$CH^3 - CO - CH(CH^2 - C^6H^5) - CONH^2$$

en traitant les éthers sels β-cétoniques correspondants par l'ammoniaque aqueuse (Peters, *A.*, p. 257, 348; Guareschi, *R. Accad. d. Scienze di Torino*, t. XXXIX, 1904). Nous mentionnerons également la diméthylpropionylacétamide

$$C^2H^5 - CO - C(CH^3)^2 - CONH^2$$

obtenue par M. Bouveault (*Bull. Soc. chim.*, 3ᵉ série, t. IV, p. 639).

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la migration des composés odorants.* Note de MM. **Eug. Charabot** et **G. Laloue**, présentée par M. Haller.

Au cours de nos recherches sur la formation, la distribution et le rôle des composés odorants dans l'organisme végétal, nous avons varié nos expériences et donné un caractère de généralité à nos déductions en faisant un choix de plantes différentes au point de vue botanique et aussi au point de vue de la nature de leurs huiles essentielles.

L'étude d'une plante vivace, la Verveine (*Verbena triphylla* L.), nous a permis d'envisager le cas, non encore examiné jusqu'ici, d'une essence à constituant principal aldéhydique, et de préciser les données que nous ont fournies nos précédentes recherches en ce qui concerne la migration des composés odorants.

Les plantations de Verveine avaient été effectuées le 9 mars 1905, à l'aide de 150 boutures.

1. Le 16 septembre de la même année, *au moment de la floraison,* nous avons arraché 50 pieds pesant en tout 18^{kg},300. Nous les avons soumis à la distillation avec la vapeur d'eau après avoir dosé l'eau et la matière sèche dans les divers organes.

Voici les résultats de la distillation :

		18^{kg},300 de Verveine ont fourni :			
		Racines 3^{kg},700.	Tiges 5^{kg},500.	Feuilles 6^{kg},200.	Inflorescences 2^{kg},900.
		g	g	g	g
Essence	séparée par décantation..	0,00	0,00	8,78	1,38
	extraite des eaux.......	0,50	0,40	3,30	2,46
	totale.................	0,50	0,40	12,08	3,84

Pour le lot distillé, on trouve :

Nombre de feuilles par pied	1348
Nombre d'inflorescences par pied	60

Des résultats ci-dessus et de la composition des diverses parties de la plante en eau et matière sèche, on déduit :

Proportion d'huile essentielle contenue dans 100 parties :

de racines		de tiges		de feuilles		d'inflorescences		de la plante entière	
fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	fraîche.	sèche.
0,014	0,028	0,007	0,015	0,195	0,579	0,132	0,544	0,092	0,227

Nous constatons que l'inflorescence est un peu moins riche que la feuille en huile essentielle, contrairement à ce qui a lieu fréquemment à ce stade de la végétation. D'autre part, il est intéressant de remarquer que, dans le cas actuel, la proportion d'essence contenue dans la tige est particulièrement faible.

Nous avons démontré jadis que, chez le géranium, dont la fleur n'est pas odorante, la tige est précisément dépourvue d'huile essentielle.

Tenant compte de ces faits et des résultats obtenus dans nos recherches antérieures, nous sommes conduits à penser que la richesse relative de l'inflorescence en produits odorants n'est pas indépendante de celle de la tige. On peut comparer la feuille et l'inflorescence à deux réservoirs communiquant entre eux à l'aide d'une canalisation qui serait la tige. Et une fois encore se trouve confirmé le fait de *la migration des composés odorants de la feuille vers l'inflorescence.*

Examinons comment l'essence se trouve distribuée entre les divers organes d'un pied :

Poids d'essence contenu dans

les racines d'un pied.	les tiges d'un pied.	les feuilles portées par un pied.	les inflorescences portées par un pied.	un pied.
10^{mg}	8^{mg}	242^{mg}	77^{mg}	337^{mg}

On voit que, au point de vue absolu comme en proportion centésimale, *c'est la feuille l'organe le plus chargé d'essence.*

2. Le 2 octobre 1905, *après la fructification,* nous avons arraché 54 pieds pesant ensemble $19^{kg},450$ et nous en avons distillé les diverses parties :

$19^{kg},450$ de Verveine ont donné :

		Racines $4^{kg},200$.	Tiges $6^{kg},500$.	Feuilles $6^{kg},050$.	Inflorescences $2^{kg},700$.
		g	g	g	g
Essence	séparée par décantation	0,00	0,00	6,51	0,89
	extraite des eaux	0,89	0,85	3,88	2,14
	totale	0,89	0,85	10,39	3,03

On trouve pour le lot distillé :

Nombre de feuilles par pied 1368
Nombre d'inflorescences par pied 62

Proportion d'huile essentielle contenue dans 100 parties

de racines		de tiges		de feuilles		d'inflorescences		de la plante entière	
fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	fraîches.	sèches.	fraîche.	sèche.
0,021	0,049	0,013	0,029	0,172	0,486	0,112	0,239	0,078	0,186

La proportion d'huile essentielle a presque doublé dans la matière sèche des racines et des tiges, elle a diminué dans les feuilles et surtout dans les inflorescences.

Poids d'essence contenu dans

les racines d'un pied.	les tiges d'un pied.	les feuilles portées par un pied.	les inflorescences portées par un pied.	un pied.
16^{mg}	16^{mg}	192^{mg}	56^{mg}	280^{mg}

Entre les deux stades considérés le poids d'essence s'est accru de $16^{mg} - 10^{mg} = 6^{mg}$ *dans les racines et de* $16^{mg} - 8^{mg} = 8^{mg}$ *dans les tiges de chaque pied. Par contre, les feuilles et les inflorescences ont perdu un poids sensible de produits odorants :* les feuilles, $242^{mg} - 192^{mg} = 50^{mg}$; les inflorescences, $77^{mg} - 56^{mg} = 21^{mg}$. Dans chaque pied il y a eu disparition de $337^{mg} - 280^{mg} = 57^{mg}$ d'huile essentielle. *La plante a consommé, pendant la fécondation, une partie de ses principes odorants.*

Conclusions. — Cette étude nous a fourni l'occasion de confirmer une fois de plus le fait de *la migration des produits odorants de la feuille vers l'inflorescence.* Elle a conduit, en effet, à constater que la quantité d'huile essentielle qui apparaît dans les sommités florifères est en rapport avec celle que l'on rencontre dans la tige. Ce dernier organe semble donc jouer le rôle d'un canal qui, pour la circulation des matières odorantes, relierait la feuille, organe de production, à la fleur, organe de consommation. Tous les faits observés contribuent à justifier cette manière de voir.

Pendant l'accomplissement des fonctions de la fleur, de l'essence s'est accumulée dans les racines et dans les tiges, tandis que les feuilles et les inflorescences ont perdu une fraction de leur matière odorante. *La plante a consommé de l'huile essentielle.*

GÉOLOGIE. — *Le Lutétien au Soudan et au Sahara.* Note de M. R. CHUDEAU, présentée par M. de Lapparent.

Les dépôts lutétiens du Soudan, dans la région où je les ai vus (Adar' de Tahoua), sont constitués surtout par des marnes et des calcaires, puissants d'une centaine de mètres au moins. Ils sont recouverts par des formations ferrugineuses de type assez varié et dont quelques-unes semblent être des produits de décalcification, dernières traces d'assises supérieures au Lutétien, et bien nettes à Boutoutou (DE LAPPARENT, *Comptes rendus*, 26 décembre 1904). Grâce à cette carapace résistante, les couches lutétiennes horizontales forment un plateau qu'entaillent de profondes vallées, les dallols : il y a plus de 100^{m} de différence de niveau entre le sommet de la falaise et la mare de Keita (20^{km} sud-est de Tamaské).

J'ai trouvé les premières couches fossilifères à Bouza, poste français peu éloigné de Garadimi d'où proviennent les fossiles décrits par Bather (*Geological Magazine*, 1904). *Operculina canalifera* d'Archiac y est accompagnée de moules de Bivalves et de Gastropodes. On peut suivre avec certitude ces assises vers l'Est jusqu'à Korema-Alba (50^{km} de Bouza). Les nombreux débris de formations ferrugineuses que l'on rencontre jusqu'à Amonkay-Ouroua (30^{km} plus à l'Est) permettent de croire que la mer éocène s'est étendue assez loin de ce côté.

Vers l'Ouest les fossiles abondent à Déoulé, Keita, Tamaské, jusqu'au voisinage de Tahoua, soit à partir de Bouza pendant une centaine de kilomètres.

De Tahoua au Niger (400^{km}) les fossiles font jusqu'à présent défaut.

On voit parfois affleurer dans les vallées des marnes blanches bariolées de lie de vin, identiques d'aspect à celles qui forment la base de la falaise de Bouza. Ces marnes toujours couvertes de formations ferrugineuses, souvent ensablées, sont très visibles à Niamey : elles constituent le plateau bordé par le Niger, et sur lequel est bâti le village.

Le long du fleuve, sur les deux rives, de semblables plateaux sont fréquents. Les monts Asserarbhou, qui supportent Bourem, ne sont qu'un plateau peu élevé (une trentaine de mètres) identique à celui de Niamey. Les derniers que j'ai vus sont à Tosaye.

Vers l'Est, à Korema Alba, l'Éocène repose en concordance sur des grès que j'ai pu suivre depuis le voisinage de Zinder et que je crois identiques aux grès de l'Alakhos et du Koutous (Crétacé supérieur) (CHUDEAU, *Comptes rendus*, 16 juillet 1906).

Vers l'Ouest, les nombreux rapides du Niger, entre Niamey et Ansongo, sont dus à des roches anciennes (Silurien et peut-être Dévonien) sur lesquelles repose le Lutétien. On peut observer le même contact à Tosaye. Il y a donc transgression.

Malgré le long intervalle sans fossiles entre Tahoua et Niamey, l'âge des plateaux qui bordent le Niger paraît assez sérieusement établi, outre l'analogie d'aspect, par les fossiles trouvés au voisinage; près de Gao, le lieutenant Desplagnes a rencontré une Huître du Crétacé supérieur et un Oursin éocène (DE LAPPARENT, *Comptes rendus,* 6 février 1905).

Au puits de Tabrichat (150^{km} au nord de Gao) E.-F. Gautier a ramassé *Ostrea Bourguignati* Coq. et *Hemiaster sudanensis* Bath.

Parmi les fossiles recueillis par M. R. Arnaud entre Gao et Tahoua, fossiles dont je ne suis pas encore en mesure de préciser les gisements, sont des *Lopha, Roudairia Drui?* M. Ch. du Crétacé supérieur, les Oursins de Garadimi, une grande *Lucine,* commune à Tamaské et à Keita, une Huître du groupe de *O. elegans* Desh. bien voisine de formes du Sud tunisien que M. H. Douvillé m'a montrées et provenant de l'Eocène. Il y a donc toujours voisinage du Crétacé et du Lutétien, et aussi du Silurien comme l'indiquent quelques fragments de quartzites qui accompagnent les fossiles de M. Arnaud.

Le lieutenant Jean, qui a commandé pendant quelques mois le poste d'Agadès, a remis au laboratoire de Géologie de la Sorbonne plusieurs blocs de calcaires fossilifères provenant de Tamalarkat et de Tafadek. M. Haug m'en a confié l'étude; avec quelques Bivalves, ces blocs contiennent *Operculina canalifera* d'Archiac (détermination vérifiée par M. Douvillé). Plus récemment le lieutenant Jean a bien voulu m'envoyer un croquis précisant la position de ces deux points : Tamalarkat est une vallée bordée de falaises calcaires, à 75^{km} au nord d'Agadès ; le puits de Tafadek (50^{km} au nord d'Agadès) est dans la vallée d'un affluent du Tamalarkat. Le point le plus proche de mon itinéraire est Aoudéras à une soixantaine de kilomètres à l'Est ; je ne puis donc préciser les conditions de gisement; il est vraisemblable que l'Eocène repose sur le Silurien ; peut-être est-il accompagné par le Crétacé supérieur.

Ce nouveau gisement est à environ 400^{km} au nord de Garadimi; à la même distance à l'est de Tabrichat. Il semble se relier par d'autres points fossilifères à l'Adar' de Tahoua; le capitaine Allouard m'a dit avoir vu à une soixantaine de kilomètres d'In Gall, sur la piste de Bouza, un nautile semblable à ceux de Tamaské.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, 26 février 1906), j'avais indiqué entre l'Oued Tagrira et In Azaoua, à 450^{km} au nord de Tamalarkat, des grès tendres qui, par leur aspect « rappelant presque exactement les grès de la Chambre d'Amour à Biarritz », se séparaient nettement des grès dévoniens, auxquels ils sont superposés. Cette remarque prend peut-être un peu plus de valeur par suite de l'existence de ces nouveaux gisements fossilifères situés très au nord de Tamaské et dont quelques espèces se retrouvent en Algérie et en Tunisie; on peut songer à un bras de mer éocène empruntant une de ces cassures nord-sud qui, à diverses reprises, ont joué un rôle important en Afrique : les volcans d'Aïr peu éloignés de Tamalarkat sont établis sur une direction parallèle. Il ne faut pas oublier toutefois la distance énorme, plus de 1000^{km}, qui sépare encore Tamalarkat de l'Éocène fossilifère du sud algérien ou tunisien; la distance est un peu moindre si l'on admet que les calcaires à silex qui forment en quelques points le couronnement des hammada du sud algérien sont éocènes (Rolland, *Géologie du Sahara algérien*, 1890, p. 64).

M. G. **Millochau** adresse une Note intitulée : *Au sujet du spectrohéliographe*.

(Renvoi à l'examen de M. Lœwy.)

M. **Ed.-Justin Mueller** adresse une *Note sur la cause inhérente de l'altération de la poudre à base de collodion* (*poudre* B) et des *Considérations théoriques sur les produits obtenus par l'action de l'acide nitrique sur la cellulose*.

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 2 AVRIL 1907.

Observations météorologiques faites à Tananarive, par le R. P. E. COLIN; t. XVI, 1904. Tananarive, 1906; 1 vol. in-8°.

L'Observatoire de Tananarive, 1889-1906, par PIERRE DE VREGILLE. Paris, Victor Retaux; 1 fasc. in-8°.

Observatoire national astronomique, chronométrique et météorologique de Besançon; 28e Bulletin chronométrique, année 1905-1906, publié par M. A. LEBEUF, Directeur de l'Observatoire. Besançon, 1907; 1 fasc. in-4°.

L'amour et le culte des champs, par J. PAPILLON. Tours, 1907; 1 fasc. in-12.

Société pour la propagation de la langue universelle « Solrésol » inventée par FRANÇOIS SUDRE. *Statuts.* Paris, imp. Montier, 1901; 1 fasc. in-8°.

Grammaire du « Solrésol » ou langue universelle de FRANÇOIS SUDRE, par BOLESLAS GAJEWSKI. Paris, imp. Montier, 1902; 1 fasc. in-12.

Bulletin de la Société mathématique de France; t. XXXV, fasc. 1. Paris, 1907; 1 fasc. in-8°.

The cause of earthquakes, mountain formation and kindred phenomena connected with the physics of the Earth, by T.-J.-J. SEE. (Extr. des *Proceedings of the American philosophical Society,* t. XLV, 1907.) 1 vol. in-8°.

Bulletin of the imperial earthquake investigation Committee; t. I, n° 1. Tokio, 1907; 1 fasc. in-4°.

Les forces hydrauliques et les applications électriques au Pérou, par EM. GUARINI. Paris, H. Dunod et E. Pinat; 1 fasc. in-8° de 24 pages, avec 12 figures.

Le coût de la force motrice, le labourage électrique, par ÉMILE GUARINI. Paris, H. Dunod et E. Pinat; 1 fasc. in-8° de 28 pages, avec 22 figures.

Études de systématique et de géographie botaniques sur la flore du bas et moyen Congo, par EM. DE WILDEMAN; t. II, fasc. 1, p. 1-84, pl. I-XXXV. (*Annales du Musée du Congo : Botanique,* série V.) Bruxelles, 1907; 1 fasc. in-f°.

Recherches expérimentales sur le ferment de Phœnix dactylifera, *comme contribution à l'étude de la fermenthérapie,* par le Dr MARCEL MONIER. Anvers, 1907; 1 fasc. in-8°.

The chemistry of flesh-methods for the determination of creatinin and creatin in meats and their products, by H.-S. GRINDLEY and H.-S. WOODS. (Extr. de *The journal of biological chemistry,* t. II, n° 4, janvier 1907.) New-York; 1 fasc. in-8°.

Περι Υγιεινῆς των Στρατευμάτων, υπο Σ. Κ. Ζαβιτςιανος. Corfou, 1906; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 AVRIL 1907.

Annales de l'Observatoire d'Astronomie physique de Paris, sis Parc de Meudon (Seine-et-Oise), publiées par J. JANSSEN, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire; t. II. Paris, Gauthier-Villars, 1906; 1 vol. in-4°.

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par E. MASCART, Membre de l'Institut, Directeur du Bureau central météorologique; année 1903. II : *Observations.* Paris, Gauthier-Villars, 1905; 1 vol. in-4°.

Conservation par le froid des denrées alimentaires, par J. DE LOVERDO. Paris, Masson et Cie, Gauthier-Villars, s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté par M. d'Arsonval.)

Catalogue de la collection de Géologie expérimentale du Muséum d'Histoire naturelle, par M. STANISLAS MEUNIER; avec 167 gravures dans le texte. Paris, les fils d'Émile Deyrolle, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Albert Gaudry. Hommage de l'auteur.)

Études paléontologiques sur les terrains du département de l'Yonne, par M. PERON, Correspondant de l'Institut : *Les Pélécypodes rauraciens et séquaniens.* Auxerre, Ch. Milon, 1906; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Archives sismiques de Roumanie, années 1902-1906, t. XI, par ST.-C. HEPITES. Bucarest, 1907; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Bigourdan. Hommage de l'auteur.)

La première réunion de la Commission permanente de l'Association internationale de Sismologie, par ST.-C. HEPITES. (Extr. de la Revue *Ciel et Terre,* t. XXVII, 1906.) 1 fasc. in-8°.

Pourquoi la Terre tourne, par le Dr COSTE DE LAGRAVE. Paris, A. Maloine, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Société des Amis des Sciences naturelles de Rouen; 5e série, 41e année, 1905, 1er et 2e semestre. Rouen, imp. Lecerf fils, 1906; 1 vol. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 15 AVRIL 1907.

Cours de Botanique, par MM. GASTON BONNIER, Membre de l'Institut, et LECLERC DU SABLON; fascicule IV, 2e partie. Paris, Librairie générale de l'Enseignement, s. d.; 1 vol. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Statistiques relatives aux « Arnica » polycéphales et monocéphales de montagne, par le Prince R. BONAPARTE. (Extr. du *Bull. de la Soc. bot. de France,* t. LIV, 1907.) Paris; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Lecture des Cartes russes, indications linguistiques, géographiques et topographiques, par le Capitaine P. POLLACCHI. Paris, R. Chapelot et Cie, 1907; 1 vol. in-4°. (Présenté par le Prince Roland Bonaparte.)

Sur les égaliseurs de potentiel, par M. MOULIN. (Extr. de *Le Radium, journal de Physique.*) Paris, Masson et Cie, 1906; 1 fasc. in-4°.

Localités maritimes disparues en Gascogne, par M. B. SAINT-JOURS. (Extr. de la

Revue philomathique de Bordeaux et du Sud-Ouest, 9e année, nos 10 et 11, 1906.) Bordeaux; 1 fasc. in-8°.

Routes romaines de Pampelune à Bordeaux et étude sur les sables du littoral gascon, par M. Saint-Jours. (Extr. du *Bull. de Géographie historique et descriptive,* n° 2, 1906.) Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 fasc. in-8°.

Compte rendu annuel des travaux exécutés par le Service géographique de l'Indo-Chine; année 1906. Groupe de l'Indo-Chine. État-Major, 3e section, Service géographique. 1 fasc. in-8°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris; 9e série, t. IX, n° 1. Paris, 1907; 1 fasc. in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; 6e série, t. III, année 1907, n° 1. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Rapport sur les travaux du Bureau central de l'Association géodésique internationale en 1907 *et programme des travaux pour l'exercice de* 1907. Leyde, E.-J. Brill, 1907; 1 fasc. in-4°.

Marcellino Berthelot, per Dr A. Motta. Article du journal *Il giornale dei Farmacisti;* 2e année, n° 6, mars 1907. Milan; 1 feuille in-f°.

Sur les formes différentielles m-linéaires, Note de Th. de Donder. (Extr. des *Rendiconti della R. Accademia dei Lincei;* t. XVI, fasc. 5, 3 mars 1907.) Rome; 1 fasc. in-4°.

Post's chemisch-technische Analyse, Handbuch der analytischen Untersuchungen zur Beaufsichtigung chemischer Betriebe, für Handel und Unterricht, in dritter vermehrter und verbesserter Auflage, herausgeg. von Prof. Dr Bernhard Neumann. Brunswick, F. Vieweg et fils, 1907; 1 vol. in-8°. (Offert par l'éditeur.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 AVRIL 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la tuberculose primitive du poumon et des ganglions bronchiques et médiastinaux, communiquée aux jeunes Bovidés par l'ingestion de virus tuberculeux d'origine humaine.* Note de M. **A. Chauveau**.

Ce n'est pas seulement le virus de la matière tuberculeuse du bœuf que j'ai fait ingérer à de jeunes Bovidés. J'ai eu recours aussi au virus fourni par l'espèce humaine. On sait aujourd'hui que la transmission de celui-ci au bœuf est beaucoup plus aléatoire que celle du virus bovin. Or, ayant tenté sur trois sujets seulement de l'espèce bovine la contamination avec le virus humain introduit par la voie digestive, ces sujets ont été plus ou moins infectés tous les trois. J'avais donc été favorisé par la rencontre d'une réceptivité exceptionnelle des sujets ou d'une virulence particulièrement active des matières tuberculeuses employées à leur infection.

Ces expériences, faites parallèlement à celles qui démontraient la transmission du virus tuberculeux du bœuf au bœuf, ont fourni un cas très remarquable de tuberculose primitive des organes thoraciques. Mais la signification de ce cas n'apparaît pas dans la relation que j'ai donnée de ces expériences, en 1892, au *Deuxième Congrès de la tuberculose* (¹). C'est, du reste, un cas superflu, qui pourrait être laissé dans l'ombre, où des artifices

---

(¹) *L'identité de la tuberculose de l'homme et de la tuberculose du bœuf, d'après les résultats des expériences sur l'infection des sujets de l'espèce bovine par les matières tuberculeuses empruntées à l'espèce humaine* (*Deuxième Congrès de la tuberculose*, Paris, Masson, 1892, p. 52-63).

légitimes de rédaction permettaient de le noyer complètement. L'existence de ce cas n'importe nullement, en effet, à la démonstration de l'aptitude de l'infection par les voies digestives à produire exclusivement des lésions dans l'appareil respiratoire.

Mais, à l'époque, en raison de l'état des esprits, dans le monde médical, ce cas était capable de faire tort à la démonstration fondamentale autrement importante qui était visée dans mes expériences : à savoir que Villemin avait eu raison d'affirmer, d'après ses expériences d'inoculation au lapin et au cobaye, la contagiosité de la tuberculose de l'homme et du bœuf.

Nous ne sommes pas si loin de cette époque, que beaucoup ne se rappellent l'acharnement passionné avec lequel cette démonstration fut combattue à l'Académie de Médecine et dans d'autres milieux [1].

On ne pouvait nier que les animaux que je présentais ne fussent tuberculeux; mais on arguait de l'absence éventuelle de lésions dans l'appareil digestif, pour prétendre que la tuberculose constatée chez mes sujets était antérieure à l'ingestion des matières infectantes et n'avait aucune relation avec cette ingestion. Il paraissait inadmissible que les voies digestives pussent échapper à l'action infectante du virus tuberculeux qui y est introduit, quand des organes n'ayant aucun contact *direct* avec ce virus, comme le poumon et les ganglions broncho-médiastinaux, sont gravement contaminés.

Il m'était facile de montrer que cette suspicion n'était pas fondée. Je prouvais, en effet, que, chez les jeunes sujets ayant l'âge de ceux qui étaient le plus communément employés dans mes expériences, la tuberculose naturelle est une rareté si exceptionnelle qu'on a les plus grandes chances, en prenant au hasard 100 veaux de lait à un abattoir, de n'en pas trouver *un seul* porteur de la moindre lésion tuberculeuse. Je pouvais, d'autre part, affirmer que, si ces 100 veaux de lait avaient été préalablement soumis à

---

(1) Ici même, à l'Académie des Sciences, les recherches de Villemin, point de départ de l'énorme mouvement, auquel nous assistons, qui entraîne le monde entier dans la lutte antituberculeuse, n'avaient reçu qu'un assez froid accueil. On ne les avait jugées dignes, aux concours des prix Montyon, que d'une mention honorable. C'est en songeant à cette maigre distinction que, dans le Mémoire où j'apportais à Villemin l'appui de mes propres expériences, devant l'Académie de Médecine, j'avais tenu à introduire la conclusion suivante : 1° *Elles mettent hors de doute la virulence et la propriété contagieuse de la tuberculose et montrent que les travaux de M. Villemin sur ce sujet n'ont pas été récompensés comme ils le méritent.*

l'infection par les voies digestives, il ne s'en serait peut-être pas trouvé *un seul* qui eût échappé à la contamination tuberculeuse.

La suspicion n'en continuait pas moins à s'attacher à la signification de mes expériences, quand il y avait absence de lésions dans les organes de l'appareil digestif. Aussi, pour ne pas retarder le légitime succès de la thèse de Villemin, nous est-il arrivé, en de très rares circonstances, à mes assistants et à moi, de laisser croire à la nature tuberculeuse de lésions trouvées dans l'appareil digestif, alors que ces lésions étaient nettement signalées, dans les cahiers d'autopsie, comme étant de tout autre nature.

Le cas s'est justement présenté à propos des trois expériences actuelles. Aussi, pour rentrer dans l'exactitude stricte, emprunterai-je directement les détails nécropsiques qui les concernent au cahier d'autopsies où ils se trouvent consignés. J'aurai soin, du reste, de signaler les points dont la rédaction ne sera pas conforme à la relation imprimée dans le Volume du Congrès.

Dans cette relation, les trois sujets soumis à l'ingestion de matière tuberculeuse d'origine humaine sont distingués par des noms : *Herminie*, *Hermès*, *Hélène*. Il y avait en même temps trois sujets soumis à l'action du virus bovin et trois sujets témoins.

Herminie. — Tuée 57 jours après avoir été infectée avec une ingestion de matière tuberculeuse en provenance d'un poumon atteint de granulie aiguë.

Le sujet ne présente, à l'autopsie, aucune lésion dans le canal aérien, ni sur les plèvres, ni dans le poumon, ni dans les ganglions broncho-médiastinaux, ni dans aucun autre ganglion.

Quatre points seulement sont trouvés malades :

1° La muqueuse de la caillette,

2° La muqueuse de l'intestin grêle,

3° Le péritoine,

4° Le foie.

Inutile de reproduire la description détaillée qui suit cette énumération. Les seules lésions importantes étaient celles de l'intestin grêle, *où l'on ne compte pas moins de* 200 *tubercules sous la muqueuse.*

Hermès. — Il fut successivement infecté avec de la matière tuberculeuse humaine de trois origines différentes : poumon atteint de granulie aiguë, poumon atteint de pneumonie caséeuse avec caverne, poumon atteint de pneumonie caséeuse sans caverne. Le sujet fut tué 34 jours après la première ingestion, 30 jours après la deuxième, 23 jours après la troisième.

Trois points seulement ont été trouvés malades à l'autopsie :
1° La muqueuse trachéo-laryngienne,
2° Un des poumons,
3° L'intestin grêle.

Ici encore, les lésions dominantes furent celles de l'intestin grêle. *L'éruption tuberculeuse sous-muqueuse était une des plus remarquables que l'on pût voir.*

La description détaillée de ces lésions n'importe pas plus à l'objet de cette Note que celle des lésions du sujet précédent. Mais il était intéressant de mettre en relief l'opposition qui s'est manifestée entre ces deux cas et le suivant, au point de vue de l'action exercée par le virus tuberculeux sur la muqueuse qui lui servit de porte d'entrée. Dans ces deux premiers cas, cette action fut très nette et se traduisit par une profusion exceptionnelle de l'éruption intestinale. Cette action fit, au contraire, complètement défaut dans le troisième cas, dont il va être question maintenant.

Hélène. — C'est le sujet intéressant. Il fut infecté à trois reprises : deux fois avec de la matière tuberculeuse de poumons atteints de granulie aiguë, une fois avec la matière caséeuse d'une pneumonie chronique. On tue l'animal 59 jours après la première ingestion, 35 jours après la deuxième et 23 jours après la troisième.

Donnons les résultats de l'autopsie, en élaguant tous les détails qui ne sont pas strictement nécessaires.

Appareil digestif. — Presque intact. Il y a bien quelques tubercules dans l'intestin grêle en un point circonscrit. Mais ils sont durs, blancs, sans aucun caractère propre à justifier l'idée qu'ils pourraient être de nature tuberculeuse. Je les regarde comme des hypertrophies et des indurations antérieures, anciennes, des follicules clos, n'ayant aucun lien avec l'infection expérimentale subie par l'animal....

J'étais d'autant plus autorisé à interpréter ainsi ces lésions intestinales, que je venais d'en rencontrer d'identiques sur un sujet témoin, indemne de toute tuberculose. Dans mon Mémoire de 1892, je me suis gardé, dans l'intention précédemment exposée, de signaler cette absence de relations entre ces rares hypertrophies folliculaires et l'ingestion tuberculeuse.

Ganglions mésentériques. — Tout à fait sains. Mais quelques-uns des petits *ganglions de l'épiploon* sont tuberculisés.

Cette dernière phrase sur les *ganglions épiploïques* a été ajoutée après coup, sur le cahier d'expériences. Les lésions étaient si minimes qu'elles

m'avaient d'abord échappé. C'est en m'acharnant à recommencer mon examen nécropsique, que j'ai fini par les rencontrer. Elles dataient probablement de la dernière ingestion. C'étaient, en tout cas, de très jeunes lésions, dont le développement avait, à coup sûr, suivi et non précédé celui des belles lésions dont il va être question plus loin. La relation de 1892 a le tort de ne point contenir la mention de cette particularité restrictive.

Ganglions sous-maxillaires. — Intacts.

L'examen pendant la vie avait fait naître, pour le ganglion sous-maxillaire droit, des présomptions d'infection qui ne se sont pas réalisées. Cependant la rédaction communiquée au Congrès laisse entendre que ce ganglion participait à l'état de tuberculisation des ganglions rétro-pharyngiens, ce qui est inexact.

Ganglions rétro-pharyngiens. — Lésions remarquables.

Tous deux sont hypertrophiés et tuberculisés. La surface en est grenue. A la coupe, on trouve un grand nombre de granulations jaunes. Quelques-unes commencent à se ramollir et présentent des traces d'infiltration calcaire.

Appareil respiratoire. — Rien dans les cavités nasales, le pharynx, le larynx, la trachée, les bronches, excepté les ramifications qui correspondent aux points malades des *poumons*.

Ces derniers organes présentent de nombreuses et fort importantes lésions. On compte douze masses tuberculeuses disséminées dans les deux *poumons*. Le volume en est considérable. La plupart, en effet, sont grosses comme une noix. Presque toutes sont superficielles.

Quelques-uns de ces noyaux sont gris uniformément. Mais le plus grand nombre présente déjà des points caséeux....

Tous les *ganglions des bronches et du médiastin* sont pris. Impossible de rien voir de plus typique en fait de tuberculisation récente : hypertrophie, surface mamelonnée, granulations tuberculeuses dans l'enveloppe fibreuse et le tissu conjonctif qui la recouvre.

Ainsi, sur cet animal, c'est dans la *poitrine* que se sont *particulièrement,* presque *exclusivement,* développées les lésions tuberculeuses. Et les organes les plus atteints ont été les *ganglions de la racine du poumon et du médiastin!*

Il n'y a pas à douter, ajouterai-je, pour conclure sur la signification de cette expérience, que le développement de toutes ces importantes lésions intrathoraciques n'ait été l'effet direct de l'ingestion digestive des germes infectieux. Ces germes se sont disséminés et ont évolué dans les poumons et les ganglions lymphatiques qui y sont annexés, même avant la naissance des insignifiantes

lésions épiploïques qui ont été les seules traces matérielles du passage de ces germes par la porte d'entrée intestinale.

Ainsi, quand le virus infectant est pris sur l'homme, il peut se comporter, à l'égard des jeunes Bovidés, comme le virus bovin ingéré en très petite quantité, en provoquant d'emblée la tuberculose primitive du poumon et des ganglions broncho-médiastinaux. C'est la première fois que le fait est signalé. Il a son importance.

Conclusions générales. — La démonstration de l'aptitude de l'infection digestive à produire directement la tuberculose pulmonaire chez les jeunes Bovidés se trouve déjà dans l'importante contribution que j'ai apportée, en 1868, à la preuve de la *contagion de la tuberculose* et à celle de *l'étroite parenté qui unit la tuberculose de l'homme à celle du bœuf.*

J'ai pu réaliser ces deux contributions en substituant l'ingestion à l'inoculation du virus, pour le faire passer du sujet malade au sujet sain.

Contrairement à ce qui est observé couramment avec la méthode des inoculations, il peut arriver qu'à la suite de l'ingestion de matières tuberculeuses, la porte d'entrée du virus, c'est-à-dire l'appareil digestif, ne présente de lésions tuberculeuses d'aucune sorte, tandis qu'il en existe, soit dans le poumon seul, soit dans cet organe et les ganglions bronchiques et médiastinaux, tantôt avec prédominance des lésions pulmonaires, tantôt avec prédominance des lésions ganglionnaires.

Ce fait, plutôt rare, s'est présenté surtout dans les cas où le virus infectant a été ingéré en très faible quantité.

Il peut être rencontré aussi dans le cas où la matière infectante, empruntée à l'espèce humaine, a été ingérée en quantité notable.

L'apparition isolée de lésions thoraciques, dans les expériences d'ingestion de virus tuberculeux, n'est pas *nécessaire* pour donner le droit d'affirmer que la tuberculose pulmonaire primitive provient souvent d'une infection par la voie digestive, plus souvent même, peut-être, que d'une infection par les voies respiratoires.

On est déjà suffisamment autorisé à cette affirmation par les expériences où l'ingestion du virus provoque l'*évolution simultanée* de lésions tuberculeuses dans l'appareil digestif et dans l'appareil respiratoire.

Cette *simultanéité d'évolution* est décelée par l'*identité* des caractères anatomo-pathologiques des deux ordres de lésions, éloignant toute idée d'une succession de lésions secondaires, dans l'appareil respiratoire, à des lésions primaires, dans l'appareil digestif.

Si l'*infection successive* n'a pas paru se produire dans les présentes expé-

riences d'ingestion chez les Bovidés, rien n'empêche de prévoir l'existence de conditions propres à réaliser ce mode d'infection, en même temps que tous les mécanismes intimes capables de modifier le sort qui attend dans l'organisme les bacilles qui y sont introduits du dehors par le tube digestif.

SISMOLOGIE. — *Sur les tremblements de terre des* 15, 18 *et* 19 *avril* 1907, *enregistrés à Paris*. Note de M. G. **Bigourdan**.

Ces tremblements de terre ont été enregistrés au moyen d'un sismographe Milne à deux pendules horizontaux, dont l'un est placé dans le méridien ou Nord-Sud et l'autre dans la direction Est-Ouest. En ce moment, les périodes d'oscillation complètes de ces pendules sont respectivement de $27^s,3$ et $20^s,4$, et leurs mouvements sont enregistrés photographiquement sur du papier sensible qui se déroule à la vitesse de $0^m,25$ à l'heure; enfin les repères de temps, commandés par une horloge, se marquent deux fois par heure, aux minutes 0 et 30 (¹).

Le tremblement de terre du 15 avril, qui a été désastreux au Mexique, s'est enregistré à Paris le matin, de 6^h30^m (²) à 9^h30^m, et même il paraît avoir agité les pendules jusque vers 10^h30^m (²).

Certaines phases, parfois mal délimitées sur certains sismogrammes, sont bien définies sur celui qui a été obtenu lors de ce tremblement de terre. On sait que, dans les mouvements horizontaux produits par les tremblements de terre lointains, l'enregistrement continu a révélé trois phases dites *initiale*, *principale* et *finale*, subdivisées elles-mêmes en sous-phases ou sections, au nombre de deux pour la phase initiale.

Dans le sismogramme du 15 avril, la première section de la phase initiale a commencé et fini d'une manière plus subite qu'à l'ordinaire, surtout d'après les indications du pendule Nord-Sud : la durée de cette première sous-phase a été de 10^m24^s, ce qui indique pour l'épicentre une distance de 8500^{km} à 9000^{km}, comptée sur l'arc de grand cercle, et telle est, en effet, la distance de Paris au Mexique.

La seconde section de la phase initiale, nettement délimitée du côté de la première section, l'est bien moins du côté de la phase principale : sa durée est évaluée à 15 minutes ou 18 minutes.

(¹) Le fonctionnement de l'appareil est surveillé par M. Guénaire.

(²) Toutes les heures sont données en temps moyen de Paris.

La phase principale, celle des grandes oscillations, s'est produite de 7^h0^m à 7^h15^m; presque pendant tout cet intervalle les pendules étaient si agités qu'ils allaient buter contre leurs arrêts.

Enfin la phase terminale, qui a suivi, a duré jusque vers 9^h30^m et même jusqu'à 10^h30^m, avec des mouvements de plus en plus faibles.

Dans la nuit du 18 au 19 avril, le même appareil a indiqué deux tremblements de terre importants dont l'inscription présente certains caractères nettement différents de ceux du 15; ainsi la phase initiale n'est pour ainsi dire pas indiquée et son début se confond avec les pulsations qui, auparavant, agitaient presque constamment les pendules.

Pour le premier de ces deux tremblements de terre, la phase principale a duré de 22^h0^m à 22^h10^m, et pour le second de 0^h53^m à 1^h5^m.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'hydrogenation directe des éthers isocyaniques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Les anciennes méthodes d'hydrogénation, par voie humide, ne pouvaient pas être appliquées aux éthers isocyaniques ou carbimides substitués R.N:CO, parce que l'eau les détruit de suite en donnant des urées disubstituées $(R.NH)^2CO$, avec séparation d'anhydride carbonique.

Nous avons pensé que la méthode d'hydrogénation directe sur le nickel réduit pourrait au contraire servir à effectuer leur transformation régulière. Nos expériences ont porté sur deux isocyanates, l'un appartenant à la série grasse, l'autre à la série aromatique.

1° *Isocyanate d'éthyle.* — Nous sommes partis d'un produit pur, récemment préparé, passant bien à la distillation à 60°.

Les vapeurs de ce corps étant entraînées par un excès d'hydrogène sur la colonne de nickel, maintenue à 180°-190°, on observe de suite un ralentissement très marqué de la vitesse du courant gazeux, ce qui indique une hydrogénation intense. Le gaz qui sort de l'appareil est de l'hydrogène entraînant un peu de gaz ammoniac et d'anhydride carbonique, mais ne contenant pas de méthane, ni d'oxyde de carbone. Le liquide qu'il a abandonné dans un récipient refroidi est une dissolution aqueuse très concentrée d'amines forméniques qui, par distillation sur un excès de potasse solide et fractionnement consécutif, fournit :

1° Un peu d'*éthylamine*, bouillant vers 18°;

2° Une dose importante de *méthyléthylamine*, bouillant à 35°;

3° Une certaine proportion de *diéthylamine*, bouillant vers 60°;

4° Un peu de *triéthylamine*, passant vers 90°.

La réaction principale est donc une réaction normale d'hydrogénation, donnant lieu à la méthyéthylamine :

$$C^2H^5.N:CO + 3H^2 = H^2O + NH\langle{}^{CH^3}_{C^2H^5}.$$

Quant à l'ammoniaque et aux autres amines qui ont été recueillies, leur production est facile à expliquer. L'eau formée par la réaction précédente agit de suite sur une portion de l'isocyanate d'éthyle, en dégageant de l'anhydride carbonique et donnant de la diéthylurée $(C^2H^5.NH)^2CO$, qui est aussitôt hydrogénée sur le nickel, selon la formule :

$$(C^2H^5.NH)^2CO + 3H^2 = H^2O + C^2H^5.NH^2 + NH\langle{}^{CH^3}_{C^2H^5}.$$

L'éthylamine ainsi engendrée subit, au contact du métal, les réactions secondaires que nous avons rencontrées antérieurement, soit dans l'hydrogénation des nitriles (1), soit dans l'hydrogénation des oximes (2), et qui donnent de l'ammoniaque en même temps que l'amine secondaire et même l'amine tertiaire.

2° *Isocyanate de phényle*. — Les vapeurs d'isocyanate de phényle (bouillant à 166°) sont entraînées par un excès d'hydrogène sur le nickel réduit, maintenu vers 190°. Le ralentissement du courant gazeux est manifeste et indique une hydrogénation assez intense. Le gaz, recueilli après avoir traversé un tube en U refroidi où se condensent les liquides, est constitué par de l'hydrogène contenant une certaine proportion de méthane et d'anhydride carbonique.

D'ailleurs, toute la partie supérieure du tube à nickel se recouvre de cristaux blancs qui, recristallisés dans l'alcool, se présentent en aiguilles fondant à 237°. C'est de la *diphénylurée*.

Le liquide condensé ne surpasse guère en volume le tiers de l'isocyanate employé. C'est un mélange, non alcalin au tournesol, que l'on sépare très facilement en une petite quantité d'eau et en *aniline* pure, bouillant exactement à 182° et facilement caractérisée par ses diverses réactions colorées.

---

(1) PAUL SABATIER et SENDERENS, *Comptes rendus*, t. CXL, 20 février 1905.

(2) A. MAILHE, *Comptes rendus*, t. CXL, p. 1691, et t. CXLI, 1905, p. 113.

On a eu, au contact du nickel :

$$C^6H^5.N:CO + 4H^2 = C^6H^5.NH^2 + CH^4 + H^2O.$$

Mais la majeure partie de l'eau produite dans ces conditions réagit aussitôt sur une nouvelle quantité d'isocyanate de phényle pour donner la diphénylurée :

$$2(C^6H^5.N.CO) + H^2O = CO^2 + (C^6H^5.NH)^2CO.$$

La diphénylurée, se séparant à l'état solide sur la partie supérieure du tube, se soustrait de la sorte à toute transformation. La production d'aniline porte sur un peu plus du tiers de l'isocyanate, parce qu'une petite quantité d'eau, entraînée par les gaz, échappe à la réaction.

On voit que, contrairement à ce qui a lieu pour l'isocyanate d'éthyle, l'hydrogénation n'a pas lieu normalement pour l'isocyanate de phényle : il y a séparation du carbonyle qui, par hydrogénation régulière sur le nickel, se change en méthane. Cette tendance à l'aniline avait déjà été constatée pour l'isocyanate de phényle par Gumpert [1], en dirigeant ses vapeurs sur de la poudre de zinc chauffée.

CORRESPONDANCE.

M. **Aimé Witz**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse des remercîments à l'Académie.

La **Société scientifique Antonio Alzate** adresse à l'Académie l'expression de sa profonde sympathie à l'occasion de la mort de MM. *Berthelot*, *Moissan* et *M. Bertrand*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Le troisième fascicule du Tome I du *Traité de Physique* de O.-D. Chwolson, traduit par M. E. Davaux.

---

(1) Gumpert, *J. prakt. Chem.*, 2e série, t. XXXI, p. 121.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Au sujet du spectrohéliographe.* Note de M. G. MILLOCHAU. (Extrait.)

M. Deslandres, dans une Note insérée aux *Comptes rendus*, du 11 mars 1907, déclare avoir déjà employé le dispositif spécial de seconde fente que M. Štefánik et moi avons décrit aux *Comptes rendus* du 2 avril 1906.

Le fait est très possible, mais nous affirmons n'en avoir jamais eu connaissance.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre et du premier degré dont l'intégrale générale est à points critiques fixes.* Note [1] de M. B. GAMBIER, présentée par M. Painlevé.

1. J'achève la revision des équations de M. Painlevé, équations à points critiques fixes, $y'' = R(y', y, x)$, où R est est rationnel en y' et y, et analytique en x. L'équation, comme on sait, est nécessairement de la forme

$$Y'' = A(X, Y)Y'^2 + B(X, Y)Y' + C(X, Y), \tag{1}$$

où A a *neuf* formes possibles, dont *trois* nous restent à examiner. Moyennant un changement de variables de la forme

$$y = \frac{l(X)Y + m(X)}{p(X)Y + q(X)}, \quad x = \varphi(X), \tag{2}$$

il est loisible d'admettre que A a été ramené préalablement à une des *trois* formes

$$\frac{2}{3}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right), \quad \frac{3}{4}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right), \quad \frac{2}{3y} + \frac{1}{2(y-1)}.$$

Dans toute cette étude j'ai formé les conditions *nécessaires* par la méthode de M. Painlevé. Mais, en outre de sérieuses difficultés de calcul, je devais résoudre les questions suivantes :

1° Les conditions ainsi obtenues sont des relations *différentielles* algé-

---

[1] Présentée dans la séance du 15 avril 1907.

briques; il n'était nullement évident qu'on pût les intégrer explicitement. Je l'ai fait pour toutes.

2° Ces conditions sont *suffisantes*, ainsi qu'il résulte de la méthode générale de M. Painlevé. Mais quelle est alors la nature de l'intégrale? L'équation est-elle intégrable ou définit-elle une transcendante irréductible? Dans ce dernier cas, à combien de types réellement distincts se réduisent ces transcendantes?

C'étaient là des questions qui n'étaient pas sans difficulté et que j'ai complètement élucidées. La réponse est conforme aux prévisions de M. Painlevé : toutes les équations (1) se ramènent soit à des équations linéaires (d'ordre 2, 3 ou 4), soit à des équations intégrables (par quadratures, ou par les fonctions elliptiques et leurs dégénérescences), soit à l'un des six types irréductibles qu'a étudiés M. Painlevé (*Comptes rendus*, décembre 1906). Précisons :

D'une part, *j'ai formé un nombre fini de types canoniques, tels que toute équation* (1) *à points critiques fixes soit réductible à un de ces types algébriquement;* j'entends par un changement de variables où la nouvelle fonction et la nouvelle variable s'expriment algébriquement à l'aide de Y, Y'_X et des coefficients de (1) et de leurs dérivées, jusqu'à un ordre fini. Les coefficients de ces types canoniques (tel $y''=6y^2+x$) sont explicitement connus.

D'autre part, je forme *explicitement* toutes les équations (1) à points critiques fixes de la façon suivante : *toutes ces équations s'obtiennent en effectuant la transformation* (2) *la plus générale* (*où* l, m, p, q, φ *sont, par conséquent, des fonctions arbitraires de* X) *sur les diverses équations*

$$y''=A_1(x,y)y'^2+B_1(x,y)y'+C_1(x,y) \tag{3}$$

d'un Tableau T dressé explicitement.

Les coefficients de chaque équation (3) sont exprimés à l'aide d'un certain nombre de fonctions et de constantes. Mais ici une circonstance remarquable se produit : certaines de ces équations (3) ont leurs coefficients nécessairement *transcendants*, et elles se ramènent au type canonique correspondant (par exemple au type $\eta''_{\xi^2}=6\eta^2+\xi$) par une transformation

$$y=\varphi(\eta,\eta',\xi), \qquad x=\xi,$$

où φ est algébrique en η, η', mais renferme ξ sous forme transcendante d'une façon remarquable : Soient $\eta(\xi,\alpha,\beta)$ l'intégrale générale de ce type canonique et η_j l'intégrale particulière η correspondant aux valeurs numé-

riques α_j, β_j des constantes α, β; soient de même $\frac{\partial\eta_j}{\partial\xi}, \frac{\partial\eta_j}{\partial\alpha}, \frac{\partial^2\eta_j}{\partial\alpha^2}, \frac{\partial^2\eta_j}{\partial\alpha\,\partial\beta}, \frac{\partial^2\eta_j}{\partial\xi\,\partial\alpha}, \ldots$ les dérivées de η où l'on fait $\alpha = \alpha_j$, $\beta = \beta_j$; la fonction φ est une combinaison algébrique de trois intégrales particulières η_j au plus, soit η_1, η_2, η_3, et des dérivées $\frac{\partial\eta_j}{\partial\xi}, \frac{\partial\eta_j}{\partial\alpha}, \frac{\partial^2\eta_j}{\partial\xi\,\partial\alpha}, \ldots$, les dérivées étant au plus du troisième ordre.

2. *Cas où* $A = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right)$. — J'énumère ici les équations qui correspondent au cas $A = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right)$; les deux cas restants feront l'objet d'une Note ultérieure.

L'équation est alors de la forme

$$y'' = \frac{2}{3}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right)y'^2 + \left(ay + \frac{b}{y} - \frac{c}{y-1} + d\right)y'$$
$$+ y(y-1)\left[3a^2y + \frac{3b^2}{y^2} - \frac{3c^2}{(y-1)^2} + h + \frac{k}{y} + \frac{l}{y-1}\right].$$

Une substitution $Y + y = 1$, $X = x$, ou $Yy = 1$, $X = x$ ne change pas la forme, sauf permutation de a, b, c et substitution linéaire sur h, k, l. Entre les 7 coefficients, il y a 6 relations dont j'écris seulement les trois qui suivent :

$$h + 3ad - 3a' + 3a^2 = 0, \qquad k + 3b(d+c) - 3b' + 3b^2 = 0,$$
$$l + 3c(a+b+d) - 3c' + 3c^2 = 0.$$

La transformation

$$y' + 3b - 3ay^2 = 3y\left(u - a + b - \frac{c}{2}\right)$$

donne

$$y - 1 = \frac{u(2u - 3c)}{u' - u^2 - (2b + 2a - c - d)u + \frac{3c}{2}\left(2b + 2a + \frac{c}{2} - d\right) - \frac{3c'}{2}},$$

avec

$$u'' = \frac{u'^2}{2u} + (a + b + c + 2d)u' + \frac{3u^3}{2} + \ldots.$$

L'équation en u est du genre que j'ai étudié, *Comptes rendus*, juin 1906. Elle prend la forme la plus simple possible si le terme en u' disparaît; si donc $a + b + c + 2d$ n'est pas nul, je commencerai par faire $y = Y$, $u = U\varphi'(x)$, $X = \varphi(x)$, avec $2\varphi'' - \varphi'(a + b + c + 2d) = 0$ pour réaliser cette condition sur l'équation X, Y, U. Cela fait, l'équation en u doit

alors coïncider avec l'un des types

$$u'' = \frac{u'^2}{2u} + \frac{3}{2}u^3,$$

$$u'' = \frac{u'^2}{2u} + \frac{3}{2}u^3 + 4\alpha u^2 + 2\beta u - \frac{\gamma^2}{2u},$$

$$u'' = \frac{u'^2}{2u} + \frac{3}{2}u^3 + 4xu^2 + 2(x^2+\alpha)u - \frac{\beta^2}{2u}.$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations aux intégrales réciproques.* Note [1] de M. C. **Popovici**, présentée par M. Painlevé.

Nous appellerons ainsi deux systèmes d'équations différentielles

$$(1) \qquad \frac{dx_1}{u_1} = \ldots = \frac{dx_{n-1}}{u_{n-1}} = dx_n,$$

$$(2) \qquad \frac{dx_1}{v_1} = \ldots = \frac{dx_{n-1}}{v_{n-1}} = dx_n,$$

où $v_1, \ldots, v_{n-1}$ sont un système fondamental d'intégrales premières des équations (1) et $u_1, \ldots, u_{n-1}$ un système fondamental d'intégrales premières des équations (2).

Pour chercher un système de fonctions u et v satisfaisant à notre problème nous devons intégrer le système de $2(n-1)$ équations aux dérivées partielles non linéaires suivantes :

$$(3) \qquad \begin{cases} u_1 \dfrac{\partial v_k}{\partial x_1} + \ldots + u_{n-1}\dfrac{\partial v_k}{\partial x_{n-1}} + \dfrac{\partial v_k}{\partial x_n} = 0, \\ v_1 \dfrac{\partial u_k}{\partial x_1} + \ldots + v_{n-1}\dfrac{\partial u_k}{\partial x_{n-1}} + \dfrac{\partial u_k}{\partial x_n} = 0 \\ \qquad (k = 1, \ldots, n-1). \end{cases}$$

La recherche des intégrales de ce système nous conduit à des résultats très remarquables; voici l'énumération de quelques-uns de ces résultats :

I. Si l'on considère les deux équations linéaires

$$u(z) = u_1 \frac{\partial z}{\partial x_1} + \ldots + u_{n-1}\frac{\partial z}{\partial x_{n-1}} + \frac{\partial z}{\partial x_n} = 0,$$

$$v(z) = v_1 \frac{\partial z}{\partial x_1} + \ldots + v_{n-1}\frac{\partial z}{\partial x_{n-1}} + \frac{\partial z}{\partial x_n} = 0;$$

---

[1] Présentée dans la séance du 25 mars 1907.

$u_1, \ldots, u_{n-1}$; $v_1, \ldots, v_{n-1}$ étant des solutions supposées connues du problème, alors ces équations sont en involution; elles admettent, d'après la théorie de Jacobi et Mayer, $n-2$ intégrales communes.

2. Les deux congruences de caractéristiques :

$$u_1 = a_1, \quad \ldots, \quad u_{n-1} = a_{n-1}; \qquad v_1 = b_1, \quad \ldots, \quad v_{n-1} = b_{n-1}$$

admettent une famille de surfaces à deux dimensions communes dépendant de $n-2$ paramètres $k_2, \ldots, k_{n-1}$.

Nous appellerons ces surfaces, *surfaces intégrales communes*.

Sur chacune de ces surfaces les deux faisceaux de courbes u et v sont des courbes de translation; de plus, les cosinus directeurs des tangentes à toutes les courbes $v_i = b_i$ qui rencontrent une même courbe $u_i = a_i$, sont en leurs points d'intersection exprimés précisément par les nombres

$$\frac{a_1}{\sqrt{a_1^2 + \ldots + a_{n-1}^2 + 1}}, \quad \ldots, \quad \frac{a_{n-1}}{\sqrt{a_1^2 + \ldots + a_{n-1}^2 + 1}}, \quad \frac{1}{\sqrt{a_1^2 + \ldots + a_{n-1}^2 + 1}}.$$

3. L'intégrale générale du système d'équations (3) dépend de $2n$ fonctions arbitraires à $n-1$ variables chacune et, quel que soit le procédé par lequel on ait obtenu un système de solutions, les $2(n-1)$ relations finies qui les définissent sont toujours réductibles à la forme

$$(4) \quad x_k = F_k(u_1, \ldots, u_{n-1}) + \Phi_k(v_1, \ldots, v_{n-1}) \qquad (k = 1, \ldots, n-1),$$

$$(5) \quad \lambda_j(u_1, \ldots, u_{n-1}) = \mu_j(v_1, \ldots, v_{n-1}) \qquad (j = 2, \ldots, n-1).$$

Ces équations expriment que les caractéristiques intégrales de l'une des équations $U(z) = 0$ par exemple, sont engendrées par le mouvement de translation d'une surface

$$(F) \qquad x_1^1 = F_1(u_1, \ldots, u_{n-1}), \qquad \ldots, \qquad x_n^1 = F_n(v_1, \ldots, v_{n-1})$$

sur une surface fixe

$$(\Phi) \qquad x_1^2 = \Phi_1(v_1, \ldots, v_{n-1}), \qquad \ldots, \qquad x_n^2 = \Phi_n(v_1, \ldots, v_{n-1}),$$

ce mouvement n'étant pas arbitraire, mais réglé par les équations (5) qui expriment une correspondance entre les courbes de la surface F et celles de la surface Φ, de telle façon que, lorsque la surface F glisse sur une courbe

$$k_2 = \mu_2(v_1, \ldots, v_{n-1}), \qquad \ldots, \qquad k_{n-1} = \mu_{n-1}(v_1, \ldots, v_{n-1})$$

de la surface Φ, ce sont les points de la courbe correspondante

$$k_2 = \lambda_2(u_1, \ldots, u_{n-1}), \quad \ldots, \quad k_{n-1} = \lambda_{n-1}(u_1, \ldots, u_{n-1}),$$

dont les trajectoires sont des caractéristiques du système (1). Nous appellerons, pour cette raison, les surfaces F et Φ *surfaces génératrices*.

4. L'intégration du système (3) peut s'effectuer sans aucune quadrature, on y arrive au moyen de certains artifices qu'il serait un peu long d'exposer ici, soit en se donnant arbitrairement comme surfaces intégrales communes une famille de surfaces de translation dépendant de $n-2$ paramètres, soit en se donnant un groupe de $2(n-1)$ surfaces génératrices associées.

Dans le premier cas, on démontre qu'il existe un système de solutions uniques et déterminées; dans le second cas, nous serons libres de faire à notre gré le choix de correspondance entre les courbes des deux surfaces génératrices par rapport auxquelles on se propose d'exprimer les intégrales.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la théorie de Nernst et les chaînes liquides à extrémités identiques*. Note de M. **J. Guyot**, présentée par M. Lippmann.

I. Au cours d'une étude sur les faits expérimentaux qu'on peut invoquer en faveur de la théorie de Nernst, nous avons montré qu'on doit laisser de côté toutes les observations qui impliquent l'hypothèse, déduite de la théorie usuelle de la couche double, d'après laquelle la différence de potentiel au contact du mercure capillaire serait nulle quand la tension superficielle est maximum. Il résulte en effet des expériences de M. Gouy sur les mélanges d'électrolytes, comme nous l'avons montré dans un Mémoire plus étendu [1], que l'hypothèse précédente et la théorie de Nernst-Planck sont contradictoires.

Cela étant, il nous a semblé qu'on ne saurait trouver de faits expérimentaux favorables à la théorie de Nernst-Planck, en dehors de la considération des chaînes liquides à solutions extrêmes identiques, puisque alors les deux électrodes n'interviennent pas et que la force électromotrice de ces chaînes se réduit à une somme de plusieurs différences de potentiel au

---

(1) J. Guyot, *La théorie de Nernst et l'électrocapillarité* (*Journal de Physique*, 4e série, t. VI, 1907).

contact, susceptibles de pouvoir être calculées par application de la théorie de Nernst.

II. Negbaur et Nernst ([1]), qui ont étudié un certain nombre de ces chaînes à 18°, dans le cas particulier où les solutions renferment des électrolytes binaires *formés d'ions univalents*, ont montré qu'il y avait accord entre les forces électromotrices observées et calculées ([2]). Nous avons pu vérifier ce résultat en opérant sur des températures inférieures à 18° et avec des solutions de concentrations quelconques.

III. Nous nous sommes proposé de faire des mesures analogues sur des électrolytes binaires *d'ions plurivalents*. Dans le cas général, le calcul de la différence de potentiel au contact de deux électrolytes n'a pas encore été fait et paraît même impraticable, mais nous avons effectué le calcul complet de certains cas particuliers et nous avons voulu voir si, dans quelques-uns de ces cas, il y aurait encore accord entre l'observation et l'expérience.

Si l'on reprend point par point le raisonnement de Planck ([3]) dans le cas où les deux solutions renferment des cations de même valence p' et des anions de même valence $\overline{p'}$, on trouve que la différence de potentiel $\varphi_2 - \varphi_1$ présentée par les deux solutions est donnée par les équations

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{RT}{\varepsilon} \operatorname{Log} \xi,$$

$$\frac{u_2 \frac{c_2}{c_1} \xi^{p'} - u_1}{v_2 \frac{c_2}{c_1} - v_1 \xi^{\overline{p'}}} = \frac{\operatorname{Log} \frac{c_2}{c_1} - \overline{p'} \operatorname{Log} \xi}{\operatorname{Log} \frac{c_2}{c_1} + p' \operatorname{Log} \xi} \, \frac{\frac{c_2}{c_1} \xi^{p'} - 1}{\frac{c_2}{c_1} - \xi^{\overline{p}}},$$

dans lesquelles :

R est la constante des gaz et des solutions ;

T la température absolue ;

ε la charge de l'ion-gramme univalent ;

$\frac{c_2}{c_1}$ le rapport des concentrations en ions des solutions 2 et 1 ;

u_2 et u_1 les vitesses respectives des cations des solutions 2 et 1 ;

v_2 et v_1 les vitesses respectives des anions ;

ces vitesses étant, à une même constante près, les quotients respectifs par la valence des nombres ordinairement donnés dans les Tableaux de vitesses des ions ([4]).

([1]) *Annalen der Physik*, t. XLIV, 1891, p. 737, et t. XLV, 1892, p. 357.

([2]) D'après la formule de Planck, *Annalen der Physik*, t. XL, 1890, p. 560.

([3]) *Annalen der Physik*, t. XL, 1890, p. 560.

([4]) *Annalen der Physik*, t. L, 1893, p. 385.

Nous avons appliqué les formules précédentes au calcul de la force électromotrice de chaînes à extrémités identiques, formées d'électrolytes à cations univalents et à anions bivalents. Les forces électromotrices des mêmes chaînes ont été, d'autre part, mesurées directement par la méthode de compensation, au moyen du potentiomètre Carpentier, avec l'électromètre capillaire comme instrument de zéro, en prenant pour électrodes du mercure recouvert de sulfate mercureux. Les résultats de l'expérience et du calcul sont consignés dans le Tableau suivant :

Chaînes.	Température.	E observées.	E calculées.
	°	volt	volt
$\frac{1}{10}SO^4K^2 \mid \frac{2}{10}SO^4Li^2 \mid \frac{1}{50}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2$...........	9	−0,0005	−0,0005
$\frac{1}{10}SO^4K^2 \mid \frac{2}{10}SO^4Li^2 \mid \frac{1}{50}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Na^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2$..	9	+0,002	−0,003
$\frac{1}{10}SO^4K^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Na^2 \mid \frac{1}{50}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2$...........	9	−0,001	−0,003
$\frac{1}{10}SO^4Li^2 \mid \frac{2}{10}SO^4Li^2 \mid \frac{1}{50}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Li^2$..	8,8	−0,004	−0,007

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la lumière positive et l'expérience de Melde.* Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

J'ai montré dans une Note antérieure (¹) que la déviation magnétique de la lumière positive ne peut s'expliquer qu'en assimilant celle-ci à un conducteur. Une confirmation de cette hypothèse est fournie par l'expérience classique de de la Rive, en remplaçant toutefois l'une des électrodes annulaires par un simple fil droit qui fixe une extrémité de la colonne anodique. L'enroulement autour du barreau de fer aimanté se fait alors exactement comme celui d'un conducteur souple, et dans un sens tel qu'il augmente le flux magnétique; le contraire aurait lieu pour des particules chargées en mouvement.

La cohésion, apparente ou réelle, de la lumière positive, et la tension qu'il faut lui attribuer pour expliquer les faits observés comportent comme conséquence la possibilité de faire vibrer ce conducteur gazeux comme une corde tendue.

Pour donner à ce conducteur la persistance nécessaire, j'ai employé le courant d'un alternateur à 500 périodes que M. H. Abraham a bien voulu mettre à ma disposition, ce dont je suis heureux de le remercier. Avec un transformateur et une soupape, on obtient ainsi des décharges se succédant à $\frac{1}{1000}$ de seconde d'intervalle, ce qui est presque la continuité.

Cette fréquence élevée, jointe à l'emploi de fortes pressions (2^{cm} à 8^{cm} de mercure), supprime presque entièrement l'effet d'écran produit par les parois des tubes. La lumière positive devient attirable à la main comme la

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLII, 1906, p. 706.

feuille d'or d'un électroscope à cage de verre, ce qui permet de la mouvoir de l'extérieur du tube, procédé que j'ai utilisé concurremment avec les électrodes oscillantes.

Dans ces conditions, et avec des mouvements relativement lents, on obtient sans peine des ondes se propageant sur toute la longueur d'une colonne anodique de 40^{cm} et simulant tout à fait ce qu'on observe avec une corde suspendue.

J'ai obtenu également des ondes stationnaires, très imparfaites il est vrai, mais absolument comparables à celles que donne l'expérience de Melde. La figure jointe à cette Note représente quelques-uns des résultats obtenus :

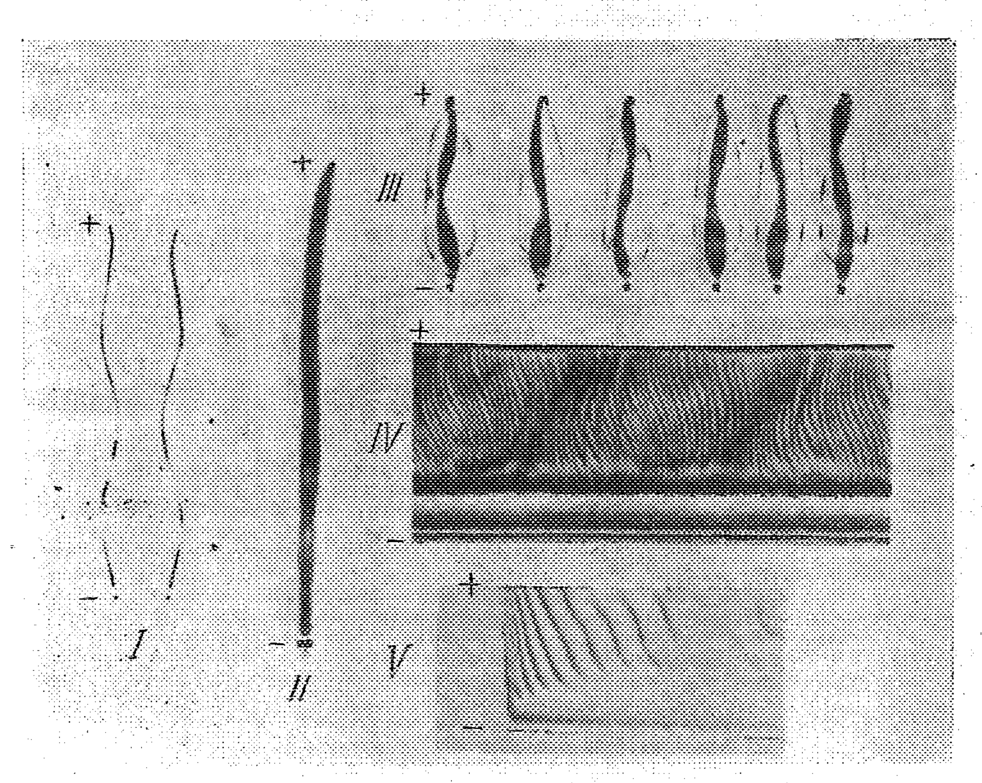


Fig. I. — Chaîne anodique de 40^{cm} dont l'extrémité inférieure est agitée par oscillation de la cathode (période $\frac{2}{3}$ de seconde). Photographies instantanées prises à deux époques différentes de la vibration. La segmentation de la lumière positive n'empêche pas la propagation du mouvement.

Fig. II. — Même tube avec cathode à vibration rapide (période $\frac{1}{4}$ de seconde). Photographie posée. L'amplitude est donnée par la largeur de l'image de la cathode.

Fig. III. — Chaîne anodique de 20^{cm} dont l'extrémité cathodique est agitée par une fourche oscillante extérieure reliée au sol. Photographies à poses courtes ($\frac{1}{5}$ de seconde) prises à diverses époques de la vibration. (Les images parasites sont dues à des réflexions sur les parois.).

Fig. IV. — Même phénomène photographié sur plaque mobile. Le temps croît de gauche à droite. La formation de chaque image exige cinq périodes du courant de l'alternateur.

Fig. V. — Chaîne anodique fixe photographiée sur plaque mobile. Le courant est admis après mise en mouvement de la plaque, le temps croît de gauche à droite. Pose 92 périodes. L'allumage se fait par échelons, en 7 périodes.

La figure IV a révélé un phénomène inattendu qui sera décrit en détail dans un autre exposé: le déplacement de la plaque a duré environ 1 seconde et l'épreuve ne contient cependant qu'une centaine d'images au lieu de cinq cents. La raison de ce fait est fort simple : j'ai montré précédemment (¹) que l'allumage de la chaîne anodique se fait par une luminosité qui se propage lentement le long de cette chaîne; la durée d'une alternance étant ici très petite, le trajet de l'anode à l'espace obscur de Faraday a été accompli en plusieurs fois (cinq périodes environ, soit $\frac{1}{100}$ de seconde).

Des épreuves obtenues avec des déplacements plus rapides de la plaque ont montré qu'il en est bien ainsi, chaque image se décomposant alors en une série de segments dont on suit aisément la marche période par période.

Le phénomène est plus simple si on laisse immobile la lumière positive (*fig.* V). Le courant étant établi pendant le déplacement de la plaque, on voit qu'il a fallu sept périodes pour que la masse lumineuse partie de l'anode arrive, par bonds successifs, à l'espace obscur de Faraday. Le même phénomène se reproduit ensuite et l'inclinaison croissante des images montre que la vitesse de propagation de la luminosité mobile va en diminuant : avec une loupe on distingue aisément, malgré la trame de la photogravure, les positions successives de la masse lumineuse qui se propage. On voit de plus qu'après un certain nombre de décharges, quand l'ionisation est notable, la lumière émise devient très faible. Dans le cas de la figure IV, cet affaiblissement est supprimé par l'agitation continuelle de la chaîne anodique et l'on est constamment dans les conditions du début de l'allumage de la figure V.

Dans cette expérience, la colonne positive n'est lumineuse à un instant donné qu'en un ou deux points. Comme le phénomène mécanique de la vibration exige la continuité de l'objet vibrant dans l'espace et dans le temps, on voit que l'illumination de la chaîne anodique et cette chaîne ellemême sont choses aussi indépendantes qu'un filament de lampe et l'incandescence de ce filament.

Ces résultats paraissent constituer autant de preuves nouvelles en faveur de l'hypothèse rappelée au début de cette Note.

PHYSIQUE. — *Sur la phosphorescence des terres rares*. Note de MM. J. de Kowalski et C. Garnier, présentée par M. E.-H. Amagat.

En confirmation d'une théorie explicative de la phosphorescence émise par l'un de nous (²) dans une Note précédente, nous avons, en étudiant les travaux de Sir William Crookes, MM. Lecoq de Boisbaudran et Urbain, remarqué que les terres rares devaient être d'excellents luminophores. En

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 749.

(²) *Comptes rendus*, 4 février 1907.

les diluant dans des substances présentant le caractère d'électronogène, on pouvait s'attendre à obtenir des mélanges possédant une phosphorescence relativement intense et d'assez longue durée.

Les corps phosphorescents que nous avons étudiés ont été ainsi préparés : le carbonate alcalino-terreux bien purifié est dissous dans l'acide azotique; puis on y ajoute goutte à goutte une solution très diluée du nitrate de la terre rare et l'on précipite le tout par le carbonate d'ammonium. Ce procédé a l'avantage, comme l'a montré M. Urbain, de mêler bien intimement la substance excitatrice à la masse principale. Le carbonate obtenu est chauffé avec une quantité déterminée de soufre; le creuset encore rouge était plongé dans de la glace fondante, afin d'obtenir une solution solide sursaturée (1).

Il était important de savoir si le sulfure employé sans terre rare avait aussi une phosphorescence due à une impureté quelconque. Nous avons trouvé, dans tous les sulfures que nous avions préparés, une faible phosphorescence caractérisée par une bande verte. Tous les travaux concernant la phosphorescence signalent la difficulté d'éliminer cette phosphorescence, qui semble tenir à la présence du cuivre. L'adjonction d'un sel blanc fusible, qui joue le rôle de fondant, et dont nous expliquerons plus loin l'importance, augmente l'intensité de la phosphorescence due au cuivre, sans que celle-ci masque l'action des terres rares, dont le spectre de phosphorescence est tout différent de celui du cuivre.

En général, les corps phosphorescents que nous avons préparés n'étaient pas seulement formés de l'élément électronogène et de l'élément luminophore; mais nous ajoutions un fondant qui était incorporé au sulfure et chauffé 10 minutes avec lui.

Les préparations que nous donnons plus loin et qui concernent le praséodyme, le néodyme, l'erbium et le samarium, ont été faites d'après les indications ci-dessus et excitées aux rayons ultra-violets d'une lampe à mercure en quartz.

Sulfures au praséodyme.. {
I : $0^g,5\,CaS + 0^g,02\,SO^4K^2 + 0^g,0002\,Pr$; phosphorescence rose foncé durable.
II : $0^g,5\,CaS + 0^g,02\,SO^4Na^2 + 0^g,0002\,Pr$; phosphorescence verdâtre (due au cuivre?).
Chauffé vers 200°, I devient rouge, II devient d'abord plus vert, puis rouge.

(1) Waentig, *Zeitsch. f. phys. Chem.*, t. L, p. 435.

Sulfure au néodyme.....	$0^g,5$ CaS + $0^g,02$ SO^4Na^2 + $0^g,0002$ Nd ; phosphorescence verdâtre; chauffé comme les précédents, fait place à une belle phosphorescence rouge qui se change, aux températures plus élevées, en une de nuance violette.
Sulfure au samarium....	$0^g,5$ SrS + $0^g,02$ SO^4Na^2 + $0^g,000042$ Sn ; très vive phosphorescence jaune d'or, décline assez vite au début, mais reste ensuite longtemps jaune orange. On peut remarquer, au spectroscope, dans ce sulfure, deux lignes rouges et une ligne jaune vert, dont les longueurs d'ondes ont à peu près $604^{\mu\mu}$ pour l'une des raies rouges, $550^{\mu\mu}$ à $560^{\mu\mu}$ pour la raie verte. La ligne rouge de plus grande longueur d'onde était si faible qu'il nous a été impossible de la déterminer.
Sulfure à l'erbium......	1^g SrS + $0^g,015$ SO^4Na^2 + $0^g,000018$ Er ; phosphorescence jaune citron.

Pour déterminer le maximum d'intensité lumineuse, nous avons fait varier la quantité de terre rare incorporée dans un poids constant de sulfure. Cette étude, faite seulement sur le samarium, nous a montré qu'il suffisait de 1 partie en poids de samarium pour 25000 parties de sulfure de strontium ou de 1 partie de samarium pour 6000 parties de sulfure de calcium, afin d'obtenir le maximum d'intensité lumineuse. M. Urbain a établi que la dilution de $\frac{1}{100}$ de la terre rare dans la chaux donnait le maximum de phosphorescence cathodique. Le degré de dilution est beaucoup plus grand dans le cas de la phosphorescence des terres rares incorporées aux sulfures et excitées par la lumière ultra-violette que dans ces mêmes terres rares incorporées aux oxydes et excitées par les rayons cathodiques.

La différence entre les dilutions s'expliquerait par le fait que les sulfures sont plus électronogènes que les oxydes.

Enfin, il nous a paru intéressant d'étudier l'influence de la nature du fondant sur la couleur et l'intensité de la phosphorescence. Ces études furent faites sur du sulfure de strontium contenant comme terre rare du samarium. Les différents fondants employés, SO^4Na^2, $B^4O^7Na^2$, PO^4Na^2H, NaFl, KFl, KCl, SO^4K^2, SO^4Li^2, $MgCl^2$, étaient tous purifiés par des cristallisations successives, afin d'éliminer les traces de métaux étrangers. Tous ces fondants, ajoutés en proportion convenable au sulfure de Ca ou de Sr contenant des terres rares, ont augmenté la luminosité du corps phosphorescent; le FlNa et le FlK ont une action particulièrement intense sur le sulfure de Sr contenant du samarium.

La suite de ces études permettra, nous l'espérons, de déterminer plus exactement l'influence du fondant, ainsi que les différentes questions de l'influence de la température, de la dilution, etc., qui se rattachent à la préparation des corps phosphorescents.

CHIMIE PHYSIQUE. — *La phosphorescence des composés calciques manganésifères. Détermination de l'optimum.* Note de M. L. **Bruninghaus**, présentée par M. A. Haller.

A la suite de quelques recherches que nous avons faites, M. Urbain et moi (*Société de Physique*, séance du 2 mars 1906), je me suis proposé de préciser les variations que subit la phosphorescence de quelques composés calciques manganésifères, par modification graduelle de leur teneur en manganèse.

On sait que les corps vivement phosphorescents sont toujours des mélanges. Le plus souvent, ces mélanges sont complexes, mais il suffit, pour avoir un corps doué de phosphorescence, de la coexistence de deux éléments essentiels : une petite quantité d'un composé d'un certain métal A disséminée dans une masse beaucoup plus grande du même composé d'un autre métal B. Ce fait a été mis hors de doute pour un grand nombre de corps, par les travaux successifs de Lecoq de Boisbaudran [1], Lenard et Klatt [2], et récemment de M. G. Urbain [3].

Dans ce qui suit, nous nommerons le composé A *phosphorogène*, et le composé B *diluant*. Tous les corps ne sont pas d'également bons phosphorogènes ou diluants. Les composés de bismuth, manganèse, plomb, argent, la plupart des terres rares, sont de bons phosphorogènes. Les diluants sont généralement des composés de métaux terreux, tels que sels de chaux, alumine, terres rares, etc.

Les expériences relatives au rôle du phosphorogène se sont bornées à démontrer la nécessité de sa présence. Les résultats qui suivent mettent en évidence les effets d'une variation continue de la proportion de phosphorogène, dans le cas particulier du système manganèse-calcium.

La méthode employée dans ces expériences consiste essentiellement à observer la phosphorescence excitée dans différents mélanges calciques manganésifères, de plus

---

(1) Lecoq de Boisbaudran, *Comptes rendus*, t. CIII, 1886, p. 468.

(2) P. Lenard et V. Klatt, *Annalen der Physik*, t. XV, 1904, n° 12.

(3) G. Urbain, *Comptes rendus*, t. CXLI, 1905, p. 954.

en plus pauvres en manganèse, par des flux cathodiques d'égale intensité. On a préféré employer comme flux excitateur les rayons cathodiques aux rayons lumineux, car ils sont d'un usage plus commode, ils provoquent les mêmes phénomènes que la lumière, mais avec une intensité bien supérieure. L'appareil producteur de rayons cathodiques est un tube de Crookes à cathodes multiples, fournissant chacune des flux à peu près égaux. Chacun des mélanges est soumis au flux d'une des cathodes.

Quatre séries de composés calciques ont été successivement étudiées : chaux, sulfate de chaux, sulfure, phosphate.

On a fait d'abord une série de mélanges en proportions variables de chlorure de calcium et de chlorure manganeux, à partir de chaux pure et de carbonate manganeux pur. Par précipitations convenables, on a obtenu la série chaux et la série phosphate de chaux. Pour préparer la série sulfate, on a repris la série chaux par l'acide sulfurique concentré, et les masses sulfuriques ont été évaporées à sec, puis calcinées au rouge. Enfin, la réduction de cette série par l'hydrogène a donné la série sulfure.

Les mélanges ainsi constitués donnent sous l'excitation cathodique de très belles phosphorescences. M. Lecoq de Boisbaudran [1] a constaté que la chaux donne une lumière rouge orangé, le sulfate une lumière verte. J'ai observé que le sulfure a une phosphorescence jaune, et le phosphate une phosphorescence rouge vif. Les variations présentées par les divers mélanges sont consignées dans le Tableau suivant. Les intensités relatives de phosphorescence sont évaluées en chiffres de 1 à 10. A côté de chaque chiffre est indiquée la couleur de phosphorescence correspondante.

	Proportions.			Oxyde.		Sulfate.		Phosphate.		Sulfure.	
N°s d'ordre.	MnO.	CaO.	Total.	Intensité.	Couleur.	Intensité.	Couleur.	Intensité.	Couleur.	Intensité.	Couleur.
1..	100	0	100	0	»	0	»	»	»	0	»
2..	50	50	100	2	Régions sombres et points brillants.	»	»	0	»	»	»
3..	25	75	100	5	Régions brillantes et points sombres.	»	»	1	Rouge sombre.	»	»
4..	10	90	100	7	Rouge orangé uniforme.	»	»	4	Nettement rouge.	»	»
5..	5	95	100	9	Rouge orangé.	6	Vert très vif.	7	Rouge plus clair et plus vif.	7	Jaune.
6..	1	99	100	9,8	—	8	—	8	Beau rouge vif très accentué.	9	—
7..	0,5	99,5	100	10	Rouge orangé superbe.	10	Vert magnifique.	10	Rouge vif superbe.	10	—
8..	0,18	99,82	100	9,8	Rouge orangé.	8	Vert très vif.	8	Beau rouge vif très accentué.	9	—
9..	0,1	99,90	100	9	—	6	—	7	Beau rouge vif très accentué.	7	—
10..	0,01	99,99	100	7	Orangé un peu moins rouge.	5	—	4	Rose.	»	»
11..	0,001	99,999	100	3	Rose pâle.	3	Vert encore bien caractéristique.	1	Violet rosé.	»	»
12..	0,00	100	100	1	Bleu très faible.	1	Rose jaunâtre.	1	Violet.	»	»

(1) Lecoq de Boisbaudran, *Comptes rendus*, t. CIII, 1886, p. 468.

Ainsi, les variations de la phosphorescence portent principalement sur l'intensité du phénomène et modifient à peine sa couleur. Pour les quatre composés étudiés, l'intensité, d'abord nulle ou très faible, passe par un maximum, pour s'affaiblir à nouveau.

En ce qui concerne la série des mélanges oxyde de manganèse et chaux, je rappelle que les expériences ont été montrées à la Société de Physique, le 2 mars 1906, par M. G. Urbain.

Du Tableau précédent ressort nettement ce résultat que l'optimum garde la même valeur 0,5 pour 100 pour les divers sels dans lesquels on fait entrer le mélange d'oxyde de manganèse et de chaux, et c'est ce nouveau résultat qui ressort de l'ensemble des expériences; dans ce système particulier de mélanges phosphorescents binaires, la nature différente des radicaux acides ne modifie pas la position de l'optimum; cet optimum dépend seulement du rapport du calcium au manganèse contenu dans chaque genre de mélanges. L'optimum semble donc être une constante caractéristique dépendant uniquement du rapport $\frac{\text{nombre d'atomes de manganèse}}{\text{nombre d'atomes de calcium}}$, rapport qui, dans les expériences précédentes, a été trouvé égal à $\frac{1}{254}$.

Je recherche actuellement jusqu'à quel point cette relation peut être généralisée.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la triboluminescence de substances contenant du zinc.* Note de M. **Adrien Karl**, présentée par M. A. Haller.

Certaines substances ont la propriété d'émettre de la lumière quand on les écrase. Cette propriété a été désignée sous le nom de *triboluminescence*. On ne sait pas encore exactement quelles sont les causes de ce phénomène et quelles relations il présente avec celui de la phosphorescence.

J'ai réussi à préparer une classe de corps qui possèdent cette propriété au plus haut degré, mais dont la phosphorescence, provoquée par l'exposition à la lumière, est à peu près nulle. Ces matières sont à tel point triboluminescentes que, si on les écrase avec une baguette de verre, de métal, ou dans un rodage à l'émeri, on observe une émission de lumière visible même en plein jour. Dans l'obscurité, le phénomène est très vif et cette lumière permet de distinguer les caractères d'un journal.

La présence de l'air n'est pas nécessaire, car le même phénomène s'ob-

serve dans l'eau, le sulfure de carbone, l'éther, etc., et dans des tubes où l'on a fait le vide après avoir fait passer de l'hydrogène ou de l'azote.

Les substances les plus triboluminescentes que j'ai préparées s'obtiennent en chauffant à une température élevée des mélanges solides de sulfure de zinc et de sels de nature extrêmement variée, comme l'azotate de manganèse, les acides silicique, stannique, titanique; zircone, oxyde de praséodyme; silicates, stannates, titanate, zirconate de manganèse, etc.

Je me bornerai à décrire ici la préparation de ceux de ces corps qui ont présenté le plus nettement le phénomène.

On mélange en broyant dans un mortier :

Azotate de manganèse..................	1 partie
Sulfure de zinc.........................	5 parties

On chauffe ensuite le mélange à une température de 1200° environ, pendant 20 à 30 minutes. Le creuset refroidi, on projette la masse dans de l'eau, on écrase, on essore, on lave et l'on sèche.

J'ai employé, avec avantage, le petit four de Forquignon et Leclerc. La température a été suivie avec le pyromètre de Le Chatelier et j'ai étudié d'une façon systématique l'influence des proportions.

On peut encore préparer des substances triboluminescentes en faisant subir le même traitement que ci-dessus à :

SiO^2 ou SnO^2, etc..................	0,5 partie
Sulfure de zinc......................	5 parties

ou bien, ce qui donne encore de meilleurs résultats, à :

Silicates, stannates, etc. de manganèse.	0,75 partie
Sulfure de zinc....................	5 parties

L'inconvénient d'une température trop élevée est la perte d'une grande partie du sulfure de zinc par sublimation.

J'ai également substitué l'oxyde de zinc au sulfure. Les substances ainsi obtenues sont si peu triboluminescentes que l'on ne perçoit distinctement le phénomène qu'après un séjour de 20 minutes dans la chambre noire.

Ces matières ont généralement une apparence cristalline et leur couleur varie du jaune rosé au jaune verdâtre.

J'ai recherché si ces matières pouvaient être considérées comme des espèces chimiques définies. Dans ce but, j'ai analysé un grand nombre de ces produits, mais l'analyse a donné des résultats trop variables pour que l'on puisse attribuer à ces substances des formules chimiques. Il ne paraît pas absolument certain que la propriété de triboluminescence soit due à la présence de composés définis. Il y a donc lieu de rechercher si, comme

dans la phosphorescence, la propriété n'est pas due à la présence des impuretés dont il m'a été impossible de séparer ces matières, étant donné leur mode de formation.

Il est vraisemblable que l'étude des radiations émises, que je poursuis actuellement, me permettra de résoudre le problème.

CHIMIE. — *Sur quelques observations complémentaires concernant une propriété de l'amalgame de platine signalée par M. Henri Moissan.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. Lippmann.

Dans la séance du 18 mars dernier [1], M. Lippmann a fait connaître à l'Académie une curieuse propriété de l'amalgame de platine découverte par M. Henri Moissan. Par son agitation avec divers liquides et en particulier avec l'eau, cet amalgame forme des masses à demi solides, de consistance butyreuse, d'une grande stabilité et occupant un volume cinq à six fois plus grand que celui de l'amalgame employé.

J'ai poursuivi l'étude de ce phénomène et, en premier lieu, j'ai recherché si cette propriété appartenait exclusivement à l'amalgame de platine. M. Moissan avait reconnu déjà que les amalgames d'or, d'argent et de cuivre ne donnaient pas ces sortes d'émulsions. Les autres amalgames intéressants à examiner à ce point de vue étaient ceux des métaux de la mine de platine. Nous avons réussi à les préparer tous par union directe et nous avons constaté qu'aucun d'eux ne se comportait comme l'amalgame de platine vis-à-vis de l'eau et des autres liquides utilisés. Quelques essais ont été faits en outre avec des amalgames décomposant l'eau plus ou moins rapidement, en les agitant avec des liquides parfaitement anhydres. Tous les résultats ont été négatifs sauf pour les amalgames de calcium et de lithium [2] qui ont donné, avec la benzine et le tétrachlorure de carbone, des émulsions stables occupant un volume égal à deux ou trois fois le volume primitif.

En raison de l'inactivité chimique de l'amalgame de platine vis-à-vis de

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 593.

(2) L'amalgame de lithium agité avec le tétrachlorure de carbone fournit une émulsion volumineuse, mais après quelques minutes une réaction se déclare avec dégagement de chaleur et il se produit du chlorure de lithium et une matière charbonneuse noire dont nous poursuivons l'étude.

l'eau et des autres liquides nous avons surtout étudié les émulsions de cet amalgame.

La quantité de platine que doit renfermer l'amalgame pour s'émulsionner peut être assez faible. L'amalgame à 2 pour 100 est déjà pâteux, mais il possède encore assez de fluidité pour donner une belle émulsion. Un amalgame à 0,57 pour 100 augmente de cinq fois son volume initial. Si l'on ajoute un volume d'eau inférieur à l'augmentation qui doit se produire, cette eau disparaît complètement. En abaissant progressivement la teneur en platine, nous avons encore observé un gonflement très net pour un amalgame à 0,038 pour 100. Les émulsions faites avec de l'eau et un amalgame titrant moins de 0,1 pour 100 de platine, sont toutefois peu stables et le mercure tend à se diviser par une agitation prolongée.

M. Moissan avait déjà montré que le volume de l'émulsion résultant d'une même quantité d'amalgame de platine dépendait de la nature du liquide. Nous avons également fait varier ce volume en mélangeant à l'amalgame de platine d'autres amalgames. L'addition à un amalgame de platine à 0,57 pour 100 de son propre volume d'un amalgame liquide de zinc, de calcium, de plomb ou d'étain, lui fait perdre complètement la propriété de s'émulsionner avec l'eau. Ces amalgames dont nous avons vérifié la solubilité dans le mercure interviennent certainement ici en changeant la tension superficielle de ce métal.

Nous avons été conduit à reconnaître dans le cours de ces essais que l'amalgame de platine et les amalgames des métaux de la mine de platine étaient insolubles dans le mercure. Les actions capillaires qui peuvent s'exercer dans ce cas et concourir à la production des émulsions doivent donc s'effectuer entre les différents termes du système eau ou autre liquide, mercure et amalgame de platine.

La nature du liquide, la présence d'un amalgame soluble dans le mercure ont donc une grande influence sur le phénomène. On pouvait espérer y apporter des perturbations du même ordre en modifiant l'état du platine. L'amalgame préparé avec de la mousse de platine très divisée, obtenue à aussi basse température que possible, donne des émulsions très volumineuses. Avec une mousse plus fortement calcinée, cette propriété s'atténue visiblement. Enfin, avec un amalgame préparé avec de la limaille de platine passée au tamis 80, il ne se produit plus d'émulsion avec l'eau et les différents liquides, l'amalgame se comporte comme du mercure pur.

Sur les conseils de M. Lippmann, j'ai repris l'étude de la structure de l'émulsion, en la formant au sein d'une solution chaude de gélatine, solidifiable par le refroidissement. A cet effet, l'amalgame de platine à 0,57 pour 100 a été agité pendant 15 secondes avec une solution de gélatine à 5 pour 100, qui donne une émulsion ayant sensiblement le même volume

que celle obtenue avec l'eau pure. Après la prise en masse, il est impossible de faire une coupe en raison de l'entraînement de l'amalgame qui mouille la lame du rasoir. En abaissant la température au-dessous du point de solidification du mercure, on peut aisément faire des préparations qui ne se modifient plus à la température ordinaire et qui peuvent être photographiées. Ces photographies rappellent celles de coupes de cellules végétales. La structure de cette émulsion peut être comparée à celle de la mousse de savon dans laquelle les gaz seraient remplacés par des liquides ([1]).

L'ensemble de ces faits, dans lesquels aucune action chimique n'a pu être constatée, nous semble établir suffisamment que la facilité avec laquelle l'amalgame de platine produit ces émulsions doit être considérée comme la résultante des phénomènes dus aux tensions superficielles qui s'exercent entre l'eau ou un autre liquide, l'amalgame de platine et le mercure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Remarques sur la constitution des alliages de cuivre.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Ditte.

Nous avons signalé, dans une précédente Note, l'influence des différents métaux sur la structure des alliages de cuivre et de zinc ([2]).

Avant de poursuivre cette étude des alliages ternaires de cuivre, nous avons été conduit à comparer la structure des alliages binaires du même métal. A cet effet, il a été préparé toute une série de culots métalliques constitués par la superposition du cuivre et de l'autre métal par ordre des densités.

En voulant examiner micrographiquement les culots obtenus, nous avons noté que tous venaient à se briser au polissage dans une zone présentant toujours la même structure : un seul constituant apparaît en blanc sous l'action du perchlorure de fer en solution chlorhydrique. C'est donc à la présence d'une combinaison solide qu'est due cette fragilité.

De plus, un examen attentif de la structure des culots préparés démontre que la succession des constituants jusqu'à cette zone de fragilité est toujours la même, du moins après refroidissement lent et que celle-ci se pré-

---

([1]) Pour éviter l'intervention de l'air, les tubes ont été toujours remplis complètement avant l'agitation avec des liquides privés de gaz.

([2]) Séance du 7 mai 1906.

sente, dans les alliages étudiés, la cinquième, au point de vue constitution, à partir du cuivre pur.

Nous avons trouvé deux exceptions qui s'expliquent fort bien comme nous allons le voir.

Le Tableau suivant reproduit la constitution des différents alliages que nous avons étudiés, jusqu'à la zone fragile, après refroidissement.

Alliages : Cu — Zn.
(Travail de M. Stepherd.)

1. De o à 37 %.... Zn sol. β.
2. De 37 à 47 %... Zn sol. β.
3. De 47 à 49 %... Zn sol. β.
4. De 49 à 60 %... Zn sol. $\beta+\gamma$.
5. De 60 à 69 %... Zn sol. γ.

Alliages : Cu — Sn.
(Travail de MM. Heycock et Neville.)

1. De o à 8 %.... Sn sol. α.
2. De 8 à 31 %.... Sn sol. $\alpha+\delta$.
3. A 31 %........ Sn sol. δ.
4. De 31 à 38 %... Sn $\delta+\eta$.
5. De 38 à 65 %... Sn η + H.

Alliages : Cu — Sb.
(Travail de Baykoff.)

1. De o à 3 %..... Sb sol. β.
2. De 3 à 30 %.... Sb sol. α + eutect.
3. A 30 %......... Sb eutect. sol. α — SbCu^2.
4. De 30 à 48 %... Sb, Sb — Cu^2 + eutect.
5. A 48 %......... Sb, SbCu^2

Alliages : Cu — Cd.
(Travail de Sahmen.)

1. De o à 46 %.... Cu + Cu^2Cd.
2. A 46 %......... Cu^2Cd.
3. De 46 à 59 %... Cu^2Cd + eutect.
4. A 59 % eutect.. Cu^2Cd — sol.
5. De 59 à 70 % sol. + eutect.
6. De 70 à 75 %... Solution solide.

Alliages : Cu — Al.
(Travail personnel.)

1. De o à 8,6 %........ Al sol. α.
2. De 8,6 à 11,8 %..... Al sol. $\alpha+\beta$.
3. A 11,8 %............ Al sol. β.
4. De 11,8 à 15,5 %.... Al sol. $\beta+\delta$.
5. De 15,5 à 30 %...... Al sol. δ.

Alliages : Cu — Mg.
(Travaux divers notamment de M. Boudouard.)

1. De o à 4 %.......... Mg sol. α.
2. De 4 à 10 %......... Mg sol. α + eut.
3. A 10 % eutect. sol... α — Cu^2Mg.
4. De 10 à 16 % eutect. + Cu^2Mg.
5. A 16 %.............. Cu^2Mg.

Alliages : Cu — Mn.
(Travail de Welogdine.)

1. De o à 40 %......... Mn sol. α.
2. A 40 % minimum particulier.
3. A 40 % minimum particulier.
4. De 40 à 78 %........ Mn eut. + Mn^4Cu.
5. A 78 %.............. Mn, Mn^4Cu.

Alliages : Cu — Ni.
(Travail Guerler et Tammann.)

De o à 100 %........... Sol. α.

Dans les alliages que nous venons d'indiquer, la zone fragile est toujours la cinquième, excepté pour ceux de cuivre et de cadmium. On remarquera que ces derniers présentent dans leur constitution un cas particulier : dès les plus faibles pourcentages de cadmium, il y a séparation du composé Cu^2Cd, il n'existe pas de solution solide, pour les alliages riches en cuivre.

D'autre part, dans les alliages cuivre-manganèse on rencontre une anomalie très particulière : le liquide présente un minimum à 40 pour 100 Mn, l'alliage à cette teneur ne présente pas l'aspect bien connu de l'eutectique.

Ceci s'explique aisément : en effet, lorsque le solide effecte la forme la plus ordinaire, l'eutectique a pour composition les deux constituants correspondant aux deux branches du liquidus dans le rapport *m* A à *m* B. Supposons que, le solide variant, A se rapproche de *m*, l'alliage du cas limite donné par la confusion de ces deux points est un eutectique ne contenant pas du premier constituant. Dans ce cas, le solide et le liquide sont très voisins et même se confondent à gauche du minimum.

C'est donc avec raison que nous avons désigné par 2 et 3 la zone correspondant au minimum.

Si le liquide était régulier, nous aurions, dans la deuxième région, la solution α et l'eutectique et, dans la troisième région, l'eutectique pur.

Lorsqu'on étudie ces différents alliages de cuivre au point de vue de leur utilisation industrielle, notamment du martelage et du laminage, on est frappé d'analogies très remarquables.

Toutes les premières solutions (solutions α) sont laminables industriellement lorsqu'elles sont à l'état pur. Elles se laminent toujours à froid dans toute l'étendue de leur composition (c'est ainsi que l'on peut traiter tous les alliages cuivre-nickel qui ne sont formés que d'une même solution solide); elles peuvent se laminer à chaud, dans les teneurs les plus élevées en cuivre : c'est ainsi qu'on lamine à froid l'alliage Cu = 67, Zn = 33, mais on peut laminer à chaud l'alliage Cu = 90, Zn = 10, si les métaux utilisés sont très purs. De même, on peut laminer à chaud les alliages Cu = 97, Sn = 3, Cu = 95, Al = 5. Mais, si l'alliage possède deux constituants dont l'un est la solution α et l'autre une combinaison, même si celle-ci est un eutectique, l'alliage n'est plus susceptible d'être laminé : c'est ainsi que les alliages de cuivre à très faible teneur en cadmium ne peuvent être laminés, les alliages Cu — So, Cu — Mg des deuxièmes zones ne peuvent être laminés.

Si, au contraire, les alliages de la deuxième zone sont constitués par deux solutions (cas des alliages Cu — Zn, Cu — Al, Cu — Sn), ils sont susceptibles d'être martelés ou laminés à chaud, ils ne peuvent l'être à froid. Il faut noter que les alliages Cu — Sn et Cu — Al de la deuxième zone subissent une transformation pendant le chauffage et ne sont pas traités sous la constitution qu'ils possèdent à froid ; il n'en est pas de même des alliages Cu — Zn.

L'étude constitutive des alliages binaires montre que :

1° Tous ces alliages présentent une zone de très grande fragilité qui correspond à un constituant unique se comportant toujours de la même façon sous l'action des réactifs ;

2° Cette zone fragile se présente la même à partir du cuivre pur, excepté dans les alliages Cu — Cd, lesquels ne présentent pas de solution solide pour les produits riches en cuivre, au contraire des autres alliages considérés;

3° Parmi ces produits métallurgiques, il en est quelques-uns qui sont susceptibles d'être laminés ou martelés. Ce sont :

α. Tous ceux qui sont formés des solutions désignées par la lettre α;

β. Ceux qui sont formés de deux solutions solides, dont l'une est la solution α, ces dernières ne se laminent qu'à chaud.

D'ailleurs, une étude beaucoup plus générale sur les alliages binaires, que nous terminons, nous permettra prochainement de généraliser ces observations.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau siliciure de tungstène* Si^2Tu. Note de M. Ed. Defacqz, présentée par M. A. Haller.

On n'avait isolé jusqu'ici qu'une seule combinaison du silicium avec le tungstène; ces deux corps, chauffés au four électrique, forment un composé d'aspect métallique, d'apparence cristalline et assez dur pour rayer le rubis (¹); il correspond à la formule Si^3Tu^2 (²). Nous avons réussi à isoler un nouveau siliciure de formule Si^2Tu.

Préparations. — Ce siliciure s'obtient par deux méthodes différentes.

Première méthode. — On applique le procédé indiqué par M. Lebeau (³); on fait donc agir, au four électrique, le siliciure de cuivre sur le tungstène amorphe préparé par la réduction, au rouge, de l'anhydre tungstique par l'hydrogène.

On prend les proportions suivantes :

Siliciure de cuivre à 50 pour 100.........	90 parties
Tungstène amorphe » »	10 » (⁴)

et l'on chauffe au four électrique pendant 1 minute et quart avec un courant de 800 à 900 ampères sous 50 volts.

La masse métallique que l'on retire est successivement traitée par l'acide azotique

(¹) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXIII, 1896, p. 13.

(²) E. Vigouroux, *Comptes rendus*, t. CXXVII, 1898, p. 393.

(³) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 933.

(⁴) Suivant la teneur en silicium du siliciure de cuivre et les quantités employées de chaque corps on produit d'autres siliciures cristallisés.

étendu (10 pour 100), par la soude étendue (10 pour 100); on obtient finalement un résidu formé de petits cristaux qui sont traités à chaud par l'acide fluorhydrique concentré, puis lavés à l'eau; l'iodure de méthylène en sépare les parties plus légères que 3,4 et en particulier le siliciure de carbone.

Deuxième méthode. — Elle consiste à mettre en présence, au moment de leur formation obtenue par voie aluminothermique, le silicium et le tungstène; le mode opératoire employé est celui que M. Holleman (1) a donné pour la préparation du silicium.

On peut employer les proportions suivantes :

Silice calcinée	180^g
Anhydride tungstique	45
Soufre en fleurs	250
Aluminium en poudre	200 (2)

Le tout, intimement mélangé, est placé dans un creuset en terre que l'on introduit dans un seau rempli de sable fin; on recouvre le mélange d'une légère couche de magnésium en poudre et l'on provoque l'allumage par la méthode habituelle. Après refroidissement, le fond du creuset est occupé par un culot métallique dans lequel on voit pointer de nombreux cristaux, et qui se détache facilement par le choc de la scorie constituée par du sulfure d'aluminium.

Cette masse métallique est alternativement traitée au bain-marie par l'acide chlorhydrique étendu (10 pour 100), puis par la soude étendue (10 pour 100), puis par ces mêmes produits de plus en plus concentrés, afin de séparer le siliciure du silicium libre et des combinaisons aluminium-tungstène qui se sont formées en même temps que ce composé; finalement, pour en chasser complètement l'aluminium, le résidu cristallisé est repris par l'acide fluorhydrique concentré et chaud, puis de nouveau par la soude, puis par l'acide chlorhydrique, que l'on élimine à son tour par des lavages à l'eau.

Analyse. — La séparation et le dosage des deux éléments de ce composé est un des problèmes les plus délicats de la Chimie analytique; nous avons employé la méthode suivante, que nous exposons brièvement et sur l'étude de laquelle nous nous proposons de revenir.

Le siliciure de tungstène est attaqué par un courant de chlore sec; le résidu, s'il y en a un (siliciure de carbone, quand le produit a été obtenu par la première méthode), est pesé, et son poids est retranché de la prise d'essai; le chlorure de silicium et celui de tungstène ainsi formés sont condensés et recueillis; ils sont ensuite décomposés par l'eau et la liqueur, additionnée d'une petite quantité d'acide chlorhydrique, est évaporée à sec et le résidu est chauffé entre 125° et 130°.

La silice et l'anhydride tungstique obtenus sont repris par l'eau, recueillis sur un filtre, lavés, séchés et pesés; dans ce mélange, on sépare la silice, soit par le bisulfate de potassium fondu (procédé Marignac), en ayant soin de la reprendre par les carbonates

(1) HOLLEMAN, *Recueil Trav. chim. Pays-Bas,* t. XXIII, 1904, p. 380.

(2) En faisant convenablement varier ces proportions, on obtient d'autres combinaisons de silicium et de tungstène.

en fusion et de terminer l'opération selon la méthode ordinaire des dosages de cette substance, ou bien en traitant, au rouge, le mélange silice et anhydride tungstique par l'acide chlorhydrique gazeux et sec suivant le procédé de Perillon ([1]), étudié de nouveau par Friedheim, H. Henderson et A. Pinagel ([2]).

L'une et l'autre méthode ont été employées afin d'atténuer les inconvénients de chacune d'elles et de vérifier par l'une les résultats obtenus par l'autre :

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI ([3]).	Calculé pour Si^2Tu.
Siliciure ...	24,08	24,03	24,32	23,66	»	»	23,34
Tungstène ..	74,91	75,46	75,20	76,06	77,25	76,02	76,66

Propriétés. — Le siliciure de tungstène Si^2Tu se présente sous l'aspect de belles aiguilles prismatiques très brillantes et d'une belle couleur gris clair; quand il provient du siliciure de cuivre il apparaît sous la forme de cristaux accolés brillants et également gris; il paraît être dimorphe. Sa densité est de 9,4 à 0°; il n'est pas magnétique. Le chlore l'attaque facilement vers 450° pour donner du chlorure de silicium et de l'hexachlorure de tungstène; chauffé au contact de l'air jusque vers 900° il n'est pas altéré; le cuivre vers 1200° le décompose en donnant du siliciure de cuivre et du métal; l'acide chlorhydrique gazeux n'a pas d'action à la température du rouge; les acides fluorhydrique, chlorhydrique, azotique, sulfurique, étendus ou concentrés, l'eau régale à la température ordinaire ou à la température d'ébullition ne donnent lieu à aucune réaction; le mélange acide fluorhydrique et acide azotique l'attaque violemment en donnant comme résidu après calcination de l'anhydride tungstique; la soude ou la potasse en fusion, les carbonates alcalins fondus transforment rapidement le siliciure de tungstène en silicate et tungstate alcalins; les mélanges oxydants carbonate et azotate alcalins, carbonate et chlorate alcalins le dissolvent au-dessus de leur point de fusion; le bisulfate de potassium fondu ne l'altère pas.

En résumé, le siliciure de cuivre à 50 pour 100 de silicium forme avec le tungstène amorphe, à la température du four électrique, un siliciure de formule Si^2Tu; le même composé s'obtient également en réduisant par l'aluminium, en présence du soufre, un mélange de silice et d'anhydride

---

([1]) Perillon, *Bulletin de la Société de l'Industrie minérale,* 1884.

([2]) Friedheim, H. Henderson et A. Pinagel, *Zeits. für anorg. Chem.,* t. XLV, 1905, p. 396.

([3]) Quand le siliciure a été bien purifié, il ne contient plus que des traces de fer s'il provient du four électrique et que des traces d'aluminium s'il a été obtenu par l'aluminothermie.

tungstique; de plus, des proportions différentes des produits employés dans l'une ou l'autre méthode permettent d'obtenir d'autres siliciures dont nous continuons l'étude; ces procédés, appliqués au molybdène et à ses oxydes, fournissent aussi des siliciures cristallisés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des dérivés sodés des acyloïnes de la série grasse avec les éthers acétiques.* Note de MM. L. **Bouveault** et **René Locquin**, présentée par M. A. Haller.

Nous avons montré dans deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, 1905, t. CXL, p. 1593 et 1699) que lorsqu'on fait agir, à froid, au sein d'un dissolvant tel que la benzine ou l'oxyde d'éthyle anhydres, le sodium sur les éthers des acides monobasiques à fonction simple, on obtient avec des rendements intégraux des dérivés sodés possédant la formule générale

$$\begin{array}{l} R - C - ONa \\ \quad \; \| \\ R - C - ONa \end{array}$$

qui, traités par l'eau, fournissent les composés du type $R - CH(OH) - CO - R$ que nous avons dénommés depuis *acyloïnes* (*Bul. Soc. chim.*, 3e série, t. XXXV, 1906, p. 629 et suiv.).

L'acétate d'éthyle lui-même ne fait pas exception à la règle et cependant l'on sait que, traité à chaud et sans dissolvant par le sodium métallique, cet éther se condense d'une manière qui lui est propre pour donner l'acétylacétate d'éthyle.

Il était intéressant de savoir si, dans ce dernier cas, la formation du dérivé sodé de l'acétoïne qui prend naissance *à froid*, ne constituait pas le terme intermédiaire de la condensation, qui ne se réalise *qu'à chaud*, de l'éther acétique en éther acétylacétique. Autrement dit ne pourrait-on pas écrire :

$$\begin{array}{l} R - C - ONa \\ \quad \; \| \\ R - C - ONa \end{array} + \begin{array}{l} CH^3COOC^2H^5 \\ CH^3COOC^2H^5 \end{array} = 2R - C(ONa) = CH - COOC^2H^5 + 2H^2.$$

Si cette hypothèse s'était trouvée confirmée par les faits, comme l'obtention des acyloïnes est tout à fait générale, on pouvait espérer en déduire un procédé de préparation des éthers β-cétoniques du type

$$R - CO - CH^2 - CO^2C^2H^5,$$

homologues de l'acétylacétate d'éthyle, que personne jusqu'à présent n'a pu obtenir par condensation directe.

Nous pouvons affirmer aujourd'hui qu'il est impossible, par action ultérieure de l'acétate d'éthyle sur le dérivé sodé d'une acyloïne, de passer de ce dernier composé à l'éther β-cétonique correspondant.

Les expériences que nous avons effectuées dans cet ordre d'idées nous ont en effet amené à des résultats aussi nouveaux qu'inattendus. Par exemple, si, après avoir préparé au sein de l'oxyde d'éthyle anhydre, suivant les indications de notre première Note, le dérivé sodé de la butyroïne on ajoute à la bouillie obtenue de l'acétate d'éthyle, qu'on chasse l'oxyde d'éthyle par distillation et qu'on chauffe ensuite le résidu au bain-marie au réfrigérant à reflux pendant 4 ou 5 heures, on constate que la masse prend l'aspect d'une pâte rouge translucide. Cette pâte rouge, traitée par l'eau, s'y dissout presque entièrement. Si, après agitation à l'éther pour extraire les huiles surnageantes, on traite les eaux alcalines par l'acide chlorhydrique on précipite des produits qui rectifiés fournissent, à côté de produits inférieurs sur lesquels nous reviendrons dans la suite, un poids à peu près égal à celui du sodium primitivement employé d'un acide incolore, bouillant sans décomposition vers 200°-210° sous 10^{mm}, fondant à 104°-105° après cristallisation dans le pétrole et possédant la composition centésimale et le poids moléculaire correspondant à $C^{10}H^{16}O^2$.

Cet acide fixe énergiquement le brome à froid sans dégagement d'acide bromhydrique. Il s'altère spontanément à la longue et se liquéfie en se colorant en jaune. Ethérifié par le sulfate neutre de méthyle au sein du méthylate de sodium, il donne, avec un rendement d'environ 43 à 45 pour 100 de la théorie, un *éther méthylique* bouillant à 142°-143° sous 8^{mm}. Traité à froid par l'ammoniaque aqueuse cet éther laisse déposer après plusieurs semaines de contact *une amide*, soluble dans l'acide chlorhydrique à 10 pour 100, s'altérant dans le vide sec et dont le point de fusion instantanée est situé à 83°. Soumis à la réduction par l'alcool et le sodium (procédé Bouveault et Blanc) le même éther donne naissance à un alcool saturé $C^{10}H^{20}O$ renfermant une trace d'alcool non saturé. *L'alcool saturé* possède une agréable odeur de menthe; il bout à 97°-99° sous 10^{mm}; *son acétate* distille à 114°-115° sous 16^{mm} et la *semicarbazone de son pyruvate* fond à 97°-98° après cristallisation dans le pétrole.

Si, au lieu de partir du dérivé sodé de la butyroïne, on part des dérivés sodés de l'acétoïne, de la propioïne, de l'isobutyroïne, de l'isovaléroïne, de la capronoïne, etc., les résultats sont tout à faits comparables. On peut également employer l'acétate d'amyle au lieu d'acétale d'éthyle sans modifier le résultat.

L'acide $C^8H^{12}O^2$ dérivant de l'action de l'acétate d'éthyle sur la propioïne sodée bout à 190°-195° sous 12^mm^ et reste pâteux. Son *éther méthylique* bout à 145°-150° sous 20^mm^. *L'alcool* $C^8H^{16}O$ correspondant distille à 90° sous 15^mm^ et la *semicarbazone du pyruvate* de ce dernier fond à 114°.

L'acide $C^{12}H^{20}O^2$ dérivant de l'isovaléroïne sodée bout à 205°-215° sous 12^mm^ et fond à 151°-152°. Son *éther méthylique* bout à 155°-160° sous 12^mm^.

L'acide $C^{14}H^{24}O^2$ dérivant de la capronoïne sodée bout vers 230°-235° sous 12^mm^ et son *éther méthylique* à 195°-200° sous 20^mm^.

Nous n'avons pas encore pu déterminer rigoureusement la constitution des acides en $C^nH^{2n-4}O^2$ que nous obtenons de cette manière. Jusqu'à plus ample informé nous croyons pouvoir les considérer comme des corps possédant une chaîne fermée triangulaire et répondant vraisemblablement à la formule générale $\begin{matrix} R-C \\ | \\ R-CH \end{matrix}\!\!>C-CO^2H$ formée suivant l'équation :

$$\begin{matrix} R-C-ONa \\ \| \\ R-C-ONa \end{matrix} + CH^3-COOC^2H^5 = \begin{matrix} R-C \\ \| \\ R-C \end{matrix}\!\!>CH-CO^2C^2H^5 + 2NaOH$$

$$\to \begin{matrix} R-C \\ | \\ R-CH \end{matrix}\!\!>C-CO^2Na + C^2H^5OH + NaOH.$$

Nous cherchons par voie synthétique à vérifier le bien fondé de cette hypothèse et nous nous proposons d'étendre et d'étudier de plus près cette intéressante réaction.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éthylidène-imine* (*aldéhydate d'ammoniaque*) *et l'hexaéthylidène-tétramine*. Note de M. **Marcel Delépine**, présentée par M. A. Haller.

J'ai établi antérieurement, par diverses raisons physiques et chimiques nouvelles et par la discussion des données auparavant connues, que l'aldéhydate d'ammoniaque, considéré jusqu'alors comme amino-alcool,

$$CH^3.CH(OH).NH^2,$$

devait être regardé comme l'hydrate de l'éthylidène-imine trimérisée

$$(CH^3.CH:NH)^3,$$

c'est-à-dire comme une triéthylidène-triamine ayant la constitution I (*Comptes rendus*, t. CXXV, 1897, p. 951; t. CXXVIII, 1899, p. 105). Je

puis le confirmer définitivement par la description du dérivé trinitrosé II que cette constitution laisse prévoir :

I	II	III
$CH.CH^3$	$CH.CH^3$	$CH.CH^3$
$HN \quad NH$	$ON.N \quad N.NO$	$O \quad O$
$CH^3.CH \quad CH.CH^3$	$CH^3.CH \quad CH.CH^3$	$CH^3.CH \quad CH.CH^3$
NH	$N.NO$	$N.NO$
I. Triéthylidène-triamine ou triméthyl-2.4.6-hexahydro-triazine-1.3.5.	II. Trinitrosotriéthylidène-triamine.	III. Nitrosoparaldimine.

Pour préparer la trinitrosotriéthylidène-triamine, on peut se contenter de mêler à — 23° des solutions chloroformiques d'anhydride nitreux et d'éthylidène-imine; il se produit une vive réaction avec dégagement d'azote et la liqueur fournit des cristaux jaunes par évaporation. Mais il est préférable de faire arriver un courant d'anhydride azoteux dans une solution chloroformique d'éthylidène-imine refroidie par le chlorure de méthyle. Par quelques manipulations simples dont le détail sera fourni ailleurs, on arrive facilement à recueillir 0g,2 à 0g,3 de dérivé trinitrosé pur pour 5g d'imine mise en œuvre.

Ce faible rendement tient à la nature même de la réaction qui libère de l'eau; celle-ci transforme l'imine en hydrate (1), avec lequel l'anhydride azoteux donne surtout de l'azote en régénérant toute l'eau (2); enfin l'anhydride azoteux contient toujours de l'hypoazotide que l'eau change en acide azotique, et celui-ci détruit l'aldéhydate proportionnellement à son poids avec formation d'azotate d'ammonium qui se trouve effectivement dans toutes les préparations :

$$(1) \qquad 3(CH^3.CH:NH)^3 + 3N^2O^3 = 2(CH^3.CH:N.NO)^3 + (CH^3.CH:NH)^3,3H^2O,$$

$$(2) \qquad 2[(CH^3.CH:NH)^3,3H^2O] + 3N^2O^3 = 6CH^3.CHO + 6N^2 + 6H^2O,$$

$$(3) \qquad (CH^3.CH:NH)^3,3H^2O + 3NO^3H = 3CH^3.CHO + 3NO^3.NH^4.$$

Le dérivé trinitrosé de la triéthylidène-triamine se sépare de l'alcool en aiguilles opaques blanc jaunâtre, du benzène et du chloroforme en prismes orthorhombiques, plats, losangiques, tronqués à l'angle aigu, transparents, couleur de soufre; il fond à 161°(corr.). Un échantillon, conservé à l'obscurité depuis 3 ans, ne s'est pas altéré, tandis qu'un autre exposé à la lumière diffuse s'est légèrement teinté du côté le plus éclairé avec formation de traces de matières brunes insolubles dans le chloroforme; c'est donc un corps bien stable. A la température ordinaire, il se dissout dans 195 parties d'alcool absolu, 32 de benzène, 9-10 de chloroforme et 17 d'acide acétique; il est insoluble dans l'eau.

Il donne avec intensité la réaction des corps nitrosés. L'acide acétique chaud le décompose presque entièrement en $3CH^3.CHO + 3N^2$, alors que l'acide chlorhydrique froid ne libère, sur 38,9 pour 100 d'azote, que 30 à

33 pour 100 d'azote gazeux accompagné de vapeurs nitreuses; le reste de l'azote est sous forme ammoniacale, sans doute par suite de la formation de la nitrosoparaldimine de Curtius et Jay (III) (*D. chem. G.*, t. XXIII, 1890, p. 740):

$$(CH^3.CH:N.NO)^3 + HCl + H^2O$$
$$= (CH^3.CH)^3(O^2.NH), HCl + 2N^2 + NO^2H.$$

L'analyse élémentaire a conduit à la composition $C^2H^4N^2O$ et la cryoscopie à la formule trimérisée $(C^2H^4N^2O)^3 = 216$. On a trouvé, en effet :

	Dans					
	le benzène.		le bromure d'éthylène.		l'acide acétique.	
Concentration pour 100...	1,526	1,09	0,814	0,542	1,939	1,385
Abaissement............	0°,375	0°,27	0°,45	0°,30	0°,36	0°,25
Poids moléculaire........	199	198	213	213	210	216

Le dérivé trinitrosé de l'éthylidène-imine est donc différent de celui que R. Kudernatsch a décrit en 1900 (*Mon. für Chem.*, t. XXI, p. 137) comme provenant, non pas de l'aldéhydate d'ammoniaque, mais d'une base $C^{12}H^{24}N^4$ résultant du chauffage de celui-ci avec de l'ammoniaque, à 140°-150° pendant 3-4 heures. Kudernatsch a attribué à son composé nitrosé la formule compliquée $C^{19}H^{35}O^5N^{11}$, parce qu'il ne lui était pas permis d'en faire un dérivé direct de sa base qu'il considérait comme une hexaéthylidène-tétramine $(CH^3.CH)^6N^4$, forcément base quatre fois tertiaire. Pourtant, on remarquera qu'en multipliant sa formule par $\frac{12}{19}$, on a $C^{12}H^{22.1}O^{3.1}N^{6.95}$, c'est-à-dire presque exactement la formule d'un dérivé trinitrosé $C^{12}H^{21}N^4(NO)^3$.

J'ai pensé que la base $C^{12}H^{24}N^4$ était identique à la *tricrotonylénamine* ou mieux tricrotonylidène-tétramine préparé par Wurtz au moyen de l'aldéhyde crotonique et de l'ammoniaque à 100° (*Comptes rendus*, t. LXXXVIII, 1879, p. 1154); on conçoit facilement une crotonisation de l'aldéhyde dans les conditions où s'est placé Kudernatsch et, en effet, ayant préparé les bases issues de l'aldéhyde crotonique (1) et de l'aldéhydate d'ammoniaque,

---

(1) L'aldéhyde crotonique a été préparé par action de l'acide sulfurique sur les vapeurs d'aldéhyde. A ce propos, je ferai observer que tous les Ouvrages indiquent pour densité de ce corps, manifestement plus léger que l'eau, le chiffre 1,033 donné par Bauer (*Comptes rendus*, t. LI, 1860, p. 55) pour une substance impure. J'ai trouvé

$$D_4^0 = 0,8715, \qquad D_4^{14} = 0,8593.$$

Ces nombres se confondent presque avec ceux de Henninger (*Ann. Chim. et Phys.*,

j'ai vérifié leur identité; le petit Tableau ci-dessous, où j'ai indiqué mes expériences propres en italique, le montrera :

Base de Kudernatsch.	Base de Wurtz.
Cristallise avec $6 H^2O$. Triacide.	Idem.
Dérivé nitrosé fusible à 212° avec déc., donnant 27,3 pour 100 d'azote avec SO^4H^2.	*Dérivé nitrosé se décomposant à* 210°, *donnant* 26,9 *pour* 100 *d'azote avec* HCl.
Dérivé chloré à l'azote détonant à 70°.	*Dérivé trichloré détonant à* 70°.
Picrate en aig. fondant mal à 124°, *déc. à* 120°.	*Idem.*

Il ressort en outre de ces résultats que la tricrotonylidène-tétramine est une base trois fois secondaire qui ne saurait avoir la constitution IV assignée par Wurtz (*loc. cit.*). Il est très vraisemblable que les doubles liaisons entrent en jeu et l'une des façons les plus simples de traduire ce fait conduit à la formule V, identique à la disposition VI.

IV.

$CH^3.CH:CH.CH<^{NH^2}_{NH}$
$CH^3.CH:CH.CH<$
NH
$CH^3.CH:CH.CH<_{NH^2}$

V.

$CH^3.CH.CH^2.CH$
NH
$CH^3.CH.CH^2.CH — N$
NH
$CH^3.CH.CH^2.CH$
NH

VI.

$CH.CH^3$
H^2C NH
HC CH
HN N CH^2
CH^3CH $CH.CH^3$
CH^2 CH NH

En fait, la formation de la tricrotonylidène-tétramine de Wurtz est accompagnée de celle d'un isomère prévu par ces arrangements et dont l'étude comparative sera faite ultérieurement.

En résumé, la formule de l'aldéhydate d'ammoniaque est bien celle d'une imine trimérisée; pour le moment, la paraldimine et la triéthylidène-triamine sont les deux seuls dérivés connus de l'aldéhyde et de l'ammoniaque, car l'hexaéthylidène-tétramine de Kudernatsch est identique à la tricrotonylidène-tétramine de Wurtz.

6e série, t. VII, 1886, p. 217), qui n'ont été reproduits dans aucun recueil, du moins à ma connaissance. Henninger donne $D_0 = 0,8795$ pour un aldéhyde issu de l'érythrite et 0,8756 pour un aldéhyde issu de l'aldol.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la recherche et le dosage de l'ammoniaque dans la monométhylamine et les amines grasses très volatiles.* Note de M. **Maurice François**, présentée par M. Guignard.

Dans une Communication précédente (1) j'ai décrit une méthode de séparation de l'ammoniaque et de la monométhylamine, basée sur l'absorption de l'ammoniaque par l'oxyde jaune de mercure; je me propose aujourd'hui de donner une méthode très sensible de recherche de l'ammoniaque dans la méthylamine et d'appliquer l'oxyde de mercure au dosage de l'ammoniaque et de la méthylamine mélangées.

Méthode de recherche. — La monométhylamine exempte d'ammoniaque donne, avec le réactif de Nessler, un précipité blanc à peine jaunâtre, avec l'ammoniaque un précipité brun. Si l'on pouvait faire apparaître le précipité dû à l'ammoniaque sans celui dû à la méthylamine, on pourrait caractériser dans la méthylamine des traces d'ammoniaque. On y arrive en s'appuyant sur les considérations suivantes :

La formation des précipités d'iodure de mercurammonium par les solutions alcalines d'iodure mercurique dans l'iodure de potassium, toujours incomplète, est régie par un équilibre chimique. La quantité du précipité s'accroît lorsqu'on augmente la teneur du mélange en soude ou potasse; sa quantité diminue lorsqu'on augmente la teneur en iodure de potassium; même, pour une quantité suffisante d'iodure de potassium, le précipité entre totalement en solution. On peut donc concevoir des solutions alcalines d'iodure mercurique dans l'iodure de potassium assez pauvres en soude ou potasse, assez riches en iodure de potassium pour qu'elles puissent être additionnées à froid d'ammoniaque ou de méthylamine sans précipiter.

Mais, les conditions d'équilibre variant avec la température et étant différentes pour l'ammoniaque et la méthylamine, on peut concevoir aussi que la liqueur restée limpide à froid précipite à chaud et même que le précipité soit formé par l'ammoniaque sans que la méthylamine y prenne part.

Un réactif contenant très exactement, par litre, $22^g,7$ d'iodure mercurique, 33^g d'io-

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 563.

dure de potassium, 35g de soude exempte d'ammoniaque (déterminés par dosage) remplit ces conditions. On l'emploie de la façon suivante :

On pèse 0g,10 du chlorhydrate de méthylamine à essayer, on les fait tomber dans une petite éprouvette graduée de 20^{cm^3}; par addition de 15^{cm^3} d'eau, on dissout le sel; on ajoute 5^{cm^3} de réactif et l'on fait passer le mélange dans un tube à essais qu'on chauffe lentement en le promenant sur la flamme d'une lampe à alcool jusqu'à ce qu'il se produise, dans le liquide, de fines bulles gazeuses.

Avec le chlorhydrate de méthylamine exempt d'ammoniaque, purifié par HgO (voie sèche), la liqueur reste limpide et incolore.

Avec le même chlorhydrate mélangé de $\frac{1}{1000}$ de chlorhydrate d'ammoniaque, la liqueur reste encore limpide et incolore.

Avec le même chlorhydrate mélangé de $\frac{2}{1000}$ de chlorhydrate d'ammoniaque, il se produit à chaud un précipité rouge brun abondant.

Avec un chlorhydrate très riche en ammoniaque, le précipité brun pourrait se produire à froid.

Cette réaction décèle donc $\frac{2}{1000}$ de chlorhydrate d'ammoniaque dans le chlorhydrate de méthylamine.

Méthode de dosage. — Il semblerait qu'en appliquant à de petites quantités et dans un appareil réduit la méthode de séparation de la méthylamine et de l'ammoniaque gazeuses par l'oxyde jaune de mercure, on doive la transformer en une méthode de dosage rigoureuse. Il n'en est rien, parce qu'il est impossible dans la pratique d'empêcher une petite quantité d'eau de se condenser sur l'oxyde de mercure et que cette eau, si faible qu'en soit la quantité, dissout et retient énergiquement de la méthylamine.

Le procédé de séparation, qui a été appliqué aux bases dissoutes, peut, au contraire, facilement être transformé en méthode de dosage.

On peut même partir du chlorhydrate dont on rend la base libre par addition de soude, à la condition d'opérer sur des liqueurs diluées (0g,500 à 0g,700 de chlorhydrate pour 250^{cm^3} d'eau). De toute façon, le contact de l'oxyde de mercure avec la méthylamine ne devra pas être prolongé au delà de 24 heures.

Une prise d'essai du chlorhydrate à analyser, voisine de 0g,500, mais non supérieure, est placée dans un tube léger bouchant à l'émeri (tube à filtres), séchée pendant 5 heures à 110° et pesée définitivement après refroidissement, le tube étant bouché au sortir de l'étuve. En s'aidant d'un entonnoir et d'une pissette, on fait passer cette prise d'essai dans une fiole jaugée de 250^{cm^3} bouchant à l'émeri; on ajoute 7^{cm^3} d'une solution de soude à 30 pour 100 et 10^{cm^3} d'une solution de carbonate de sodium cristallisé à 20 pour 100; on complète avec de l'eau jusqu'au trait et l'on ajoute 5g d'oxyde jaune de mercure. Le bouchon étant bien assujetti, on enveloppe la fiole de papier noir et on l'agite sans discontinuer pendant 1 heure, en la renversant c'en dessus dessous.

On laisse déposer quelques minutes, on prélève au moyen d'une pipette quelques centimètres cubes de liquide éclairci que l'on filtre; sur ce liquide filtré on pratique, sans tenir compte de la soude libre ou carbonatée, la recherche de l'ammoniaque par la solution d'iodure mercurique alcaline, comme il a été dit plus haut. On vérifie ainsi que la liqueur ne contient plus d'ammoniaque. .

A ce moment, la liqueur surnageant l'oxyde de mercure contient uniquement de la

méthylamine libre, de la soude et du carbonate de soude. La méthylamine se dose comme l'ammoniaque par la méthode de Schlœsing; en se servant de tournesol d'orcine comme indicateur et d'eau de baryte comme alcali titré, on obtient des résultats très exacts. On prélève donc au moyen d'une pipette de 50^{cm^3} à deux traits, dont le tube inférieur très long est coiffé d'un peu de coton, trois prises d'essai de 50^{cm^3} de liqueur éclaircie; on les distribue dans trois ballons de l'appareil de Schlœsing, ballons contenant déjà un peu d'eau et 20^{cm^3} d'acide sulfurique normal. Une distillation ultérieure après addition de soude donnera la méthylamine dont le poids sera transformé par calcul en chlorhydrate et multiplié par 5.

Sans tarder, on fait passer sur un filtre sans plis le liquide éclairci surmontant l'oxyde de mercure; on lave celui-ci cinq ou six fois par décantation avec de l'eau contenant par litre 20^{cm^3} de solution de soude à 30 pour 100 et 40^{cm^3} de solution de carbonate de sodium à 20 pour 100. On fait passer le précipité sur le filtre; après égouttage, on fait passer le filtre et son contenu dans le ballon d'un appareil de Schlœsing, on y ajoute de l'eau et 50^g d'iodure de potassium qui mettra toute l'ammoniaque en liberté. L'opération est, à partir de ce moment, ramenée à un dosage ordinaire d'ammoniaque par distillation. Le résultat est transformé en chlorhydrate.

Cette méthode vérifiée avec des mélanges connus de chlorhydrate de méthylamine et de chlorhydrate d'ammoniaque, tous deux très purs, a donné des résultats absolument exacts. Les écarts entre les quantités mises en œuvre et les quantités trouvées n'ont jamais dépassé un demi-centième et étaient attribuables aux imperfections des dosages alcalimétriques.

La méthode de recherche et la méthode de dosage s'appliquent avec la même rigueur à la diméthylamine, la triméthylamine, la monoéthylamine, la diéthylamine, la triéthylamine, avec cette seule différence que, pour la diméthylamine et la triméthylamine, la méthode de recherche ne prend toute sa sensibilité que si l'on y remplace 5^{cm^3} d'eau par autant de soude normale.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur la composition et l'analyse du wolfram et de la hübnérite.* Note de M. **Paul Nicolardot**, présentée par M. Armand Gautier.

Par suite de l'emploi de plus en plus grand du tungstène en métallurgie, les minerais *Wolfram* et *Hübnérite* sont devenus des plus intéressants. Pour être marchands, ils doivent être concentrés de manière à contenir au moins 60 pour 100 d'anhydride tungstique et ils ne doivent pas renfermer plus de 0,25 pour 100 de phosphore, ni plus de 0,01 de soufre. En pratique, la teneur moyenne en anhydride tungstique est supérieure à 70

pour 100. La séparation électromagnétique permet d'éliminer la presque totalité de l'étain et d'abaisser au-dessous de 2 pour 100 la proportion de silice.

A cet état de pureté, le wolfram peut être réduit directement au four électrique pour préparer le ferrotungstène que l'on ajoute à l'acier en fusion dans le creuset. Il est alors inutile de passer par un traitement chimique long et coûteux. Aussi conçoit-on tout l'intérêt que présente une méthode d'analyse rapide qui indique, avec la teneur en anhydride tungstique, la nature et la proportion des impuretés (silicates, gangue) et surtout celles des corps qui rendent les aciers fragiles (soufre, phosphore, arsenic, étain).

Les méthodes classiques, fusion avec les carbonates, attaque par l'eau régale, transformation en tungstate de calcium, sont très longues et ne permettent pas de doser tous les éléments du minerai. Depuis plus de trois ans, je me sers d'une méthode d'analyse qui m'a toujours paru si simple et si facile à employer, que je la croyais déjà publiée. Ne l'ayant trouvée dans aucun traité ou périodique, je crois devoir l'indiquer sous l'une des formes qui permet de doser tous les constituants du minerai. Quand on désire connaître la teneur de quelques éléments seulement, on peut y apporter quelques modifications très simples.

Le minerai, pulvérisé grossièrement, est chauffé à l'aide d'une lampe à alcool dans un creuset d'argent, avec trois fois son poids de soude ou de potasse. On fond au préalable la moitié de l'alcali pour garnir le fond du creuset; sur la couche d'alcali refroidie, on répand la prise d'essai et l'on ajoute, par-dessus, le reste du réactif. *En moins d'un quart de minute,* dès que l'alcali est fondu, la réaction est terminée et, par un lavage à l'eau tiède, on détache tout le résidu non attaqué. Rien ne reste adhérent au creuset.

La liqueur alcaline peut être filtrée directement sur un filtre en papier sans qu'il soit nécessaire de la traiter par un courant d'acide carbonique ou par du nitrate d'ammoniaque. A l'aide de l'eau de brome, on oxyde la liqueur alcaline claire, de manière à transformer les sulfures, sulfites, etc. en sulfates; puis on neutralise la liqueur par l'acide nitrique. Quand elle est neutre, on peut continuer à l'acidifier par l'acide nitrique ou par l'acide tartrique qui empêche la précipitation de l'anhydride tungstique dans les traitements ultérieurs. Le *soufre* est ensuite dosé dans la liqueur chaude par le nitrate de baryum.

L'excès de baryum est alors enlevé par addition d'acide sulfurique. On s'assure, dans les deux cas, que le précipité de sulfate de baryum ne retient pas de silice, d'acides tungstique, colombique ou tantalique. La liqueur acide est évaporée à sec au bain-marie pour éliminer la plus grande partie de la *silice.* Dans le cas où la silice

présenterait une teinte jaune, on la fondrait avec du bisulfate de potassium et l'on ajouterait la solution acide à la liqueur primitive. On s'assure encore que la silice calcinée et parfaitement blanche ne renferme pas d'acides colombique ni tantalique, au moyen de l'acide fluorhydrique.

La liqueur acide est traitée par l'hydrogène sulfuré; l'*arsenic*, le *molybdène*, s'il y a lieu, et l'*étain* (quand l'attaque a été prolongée) précipitent. Très rarement, on trouve du cuivre ou du bismuth, mais j'ai constaté la présence des acides colombique et tantalique dans tous les wolframs que j'ai analysés. Ces différents éléments sont séparés et dosés par les méthodes connues.

Après filtration, la liqueur est additionnée d'ammoniaque et traitée encore par l'hydrogène sulfuré. Le tungstène est transformé complètement en sulfotungstate; la liqueur prend en même temps une teinte vert sombre due à la formation d'un sulfure de fer soluble en solution alcaline. Le sulfotungstate est décomposé avec précautions par l'acide chlorhydrique et le *tungstène* se sépare à l'état de sulfure brun que l'on filtre, lave avec de l'acide nitrique dilué, sèche et calcine jusqu'à ce qu'il soit jaune. On s'assure qu'il ne retient pas de silice.

En solution, restent un peu de *fer* et le *phosphore*. On les sépare et on les dose par les procédés ordinaires après avoir éliminé l'hydrogène sulfuré par concentration au bain-marie. Un peu de fer passe en solution, soit parce que la soude employée renferme toujours du bioxyde, soit surtout parce que le wolfram, qui est un tungstate ferreux, est plus ou moins oxydé et contient un peu de tungstate ferrique.

Dans le résidu, laissé par la soude, se trouvent le *fer*, le *manganèse*, la *cassitérite* et la *gangue* (quartz généralement). Ce résidu s'attaque très facilement par l'acide chlorhydrique; la séparation de ces divers corps ne présente aucune difficulté et peut être réalisée par les procédés classiques ou par la méthode que j'ai indiquée, il y a 6 ans [1]. Le résidu ne renferme *jamais* d'anhydride tungstique.

Cette méthode d'analyse permet, en outre, de fixer définitivement la formule du wolfram ou de la hübnérite. Vauquelin le premier, puis Schaffgotsch, et Wœhler lui-même, avaient admis que le wolfram était, en partie ou totalement, une combinaison de bioxyde de tungstène avec de l'oxyde ferrique. Ebelmen expliqua leurs erreurs et établit nettement que le wolfram était un tungstate ferreux. Le procédé d'attaque à la soude confirme les conclusions d'Ebelmen; le bioxyde de tungstène s'attaque par la soude avec une telle lenteur qu'il serait impossible de réaliser aussi rapidement la désagrégation du wolfram s'il n'était pas une combinaison d'acide tungstique et d'oxyde ferreux.

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIII, 1901, p. 686.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Différenciation des tissus du stipe et de la fronde des* Equisetum. Note de M. C. **Queva**.

1. Dans le sommet végétatif du stipe des *Equisetum*, les segments détachés de la cellule apicale se cloisonnent suivant trois directions : radiale, tangentielle et transversale.

2. L'assise superficielle conserve longtemps la faculté de se cloisonner tangentiellement. Elle fournit le tissu cortical sur sa face interne et ne se caractérise pas comme dermatogène.

3. Les cordons procambiaux apparaissent comme des groupes isolés de petites cellules, situés à peu près à égale distance du centre de figure et de la surface. Les cloisonnements des cellules procambiales se font suivant deux directions perpendiculaires (radiale et tangentielle), de sorte que les massifs procambiaux ont l'aspect de massifs secondaires.

4. Dans chaque îlot, le liber est caractérisé avant le bois sous la forme d'une première cellule nacrée au bord postérieur.

5. Le bois débute dans chaque massif par une trachée marquant le pôle à la marge interne. *La différenciation ligneuse est exclusivement centrifuge*, mais le bois se forme en deux temps. Le premier bois ou protoxylème constitue, en arrière du pôle, un groupe trachéen qui se disloque de bonne heure, en laissant une lacune au pourtour de laquelle on retrouve les débris des trachées.

6. *Une seconde formation de bois continue la différenciation centrifuge*, et les nouveaux éléments formés, ou métaxylème, ne sont parfois séparés de la lacune ou des éléments persistants du protoxylème, que par une seule assise cellulaire (rhizomes d'*E. limosum* et d'*E. littorale*). Ce métaxylème se différencie à droite et à gauche en suivant l'assise de bordure du massif.

7. Comme le bois primordial, le métaxylème peut être frappé de destruction. Il en est ainsi dans les pousses stériles de l'*E. maximum*, qui subissent une forte croissance intercalaire; l'emplacement du métaxylème y est le plus souvent marqué, dans les entrenœuds, par des lacunes latérales.

8. La production des lacunes antérieures et latérales, dans ces massifs libéro-ligneux des *Equisetum*, est due à une élongation portant sur des régions dont le bois est déjà différencié. Le bois latéral ou métaxylème

persiste généralement dans le stipe, parce que sa lignification se produit lorsque la croissance n'est plus très énergique.

9. Le bois à structure réticulée de la région nodale se forme par l'activité d'une zone génératrice qui n'est que la continuation de la zone primitive de cloisonnement de la région moyenne des jeunes faisceaux. Il n'est pas démontré que l'on doive considérer ce tissu comme secondaire.

10. La fronde renferme un cordon libéro-ligneux très grêle, qui ne comporte jamais de lacune et dont le liber ne se différencie pas jusqu'au sommet. La différenciation y procède comme dans le stipe : le liber, plus hâtif, se forme à partir d'un pôle postérieur ; le bois, uniquement représenté par du protoxylème, se différencie en direction centrifuge en arrière d'une première trachée.

11. Ces recherches sur l'histogenèse et sur la structure des *Equisetum* ne permettent pas d'interpréter leurs massifs libéro-ligneux comme des faisceaux unipolaires simples, puisque chaque cordon comporte deux lignes de différenciation pour le bois. D'autre part, ces massifs ne semblent pas assimilables aux « divergeants » des Fougères, bien qu'ils aient comme eux deux lames ligneuses s'écartant d'un même pôle. En effet, la notion de divergeant, unité complexe faite de deux demi-faisceaux bipolaires, appliquée aux plantes calamitoïdes, n'a pas entraîné une telle assimilation.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *La genèse expérimentale des processus vitaux.* Note de M. J. **Kunstler**, présentée par M. Alfred Giard.

Il y a quelques mois, le public scientifique a été saisi d'une controverse concernant la genèse expérimentale de certains processus vitaux, manifestés dans des solutions déterminées, sous l'action exclusive d'agents physico-chimiques, controverse touchant à la signification réelle de l'ensemble des faits observés, dont j'ai tenu à attendre l'extinction complète avant de publier ma manière de voir à ce sujet.

Il est des points de vue morphologiques et biologiques généraux, qui me paraissent devoir exercer une influence prépondérante sur le débat et aboutir à une orientation nouvelle des idées des deux camps en présence.

Toute étude morphologique, histologique et physiologique conduit à cette conclusion générale et fondamentale qu'à mesure qu'on se rapproche des origines de la vie et des formes inférieures les propriétés vitales

s'estompent et les organes disparaissent. C'est là une vérité vraiment banale. Il ne semble guère douteux qu'en général toutes les propriétés vitales, nulles ou minimes aux premiers débuts de la vie, ont été acquises peu à peu et fixées progressivement par une évolution longue et laborieuse. En un mot, *rien n'est primitif, tout est acquis*.

Il est essentiel de bien considérer, pour si minime que puisse nous apparaître une spécialisation quelconque, qu'elle n'en est pas moins le résultat ultime d'une évolution qui a nécessité d'énormes laps de temps, et qu'au début des choses, à proprement dire, il ne saurait être question de ce que nous appelons aujourd'hui des *propriétés vitales*, pas plus que d'organes et de leurs fonctions. On se trouve même inéluctablement amené à cette conclusion, imposée par une implacable logique, que même certains faits fondamentaux, sans lesquels les auteurs les plus en vue n'ont pas su établir leur système organique, n'échappent pas à une loi aussi impérieuse. C'est ainsi que de grands naturalistes ont basé leur histoire de la création naturelle sur l'existence primitive et originelle de propriétés vitales qui, certes, n'ont pas pu exister aux origines du règne organique. On enseigne que l'individualité des êtres vivants est primitive, que les premiers organismes sont nés comme des sortes de cristaux animés, avec une valeur morphologique primordiale, fondamentale et universelle, celle de la *cellule*, base de toute organisation. Si cette vue théorique était justifiée, elle serait la négation de la morphologie rationnelle et philosophique, telle que l'impose l'ensemble des processus biologiques. Mais j'ai déjà montré autre part que, comme les autres propriétés vitales, l'individualité, nulle au début, a été acquise dans le cours de l'évolution phylogénique, dont nous ne mesurons peut-être pas toute l'importance, et ceci suivant des lois définies et précises.

De ce qui précède il semble résulter que la possibilité de reconstituer expérimentalement les processus vitaux se heurte à des difficultés d'apparence peu réductibles.

Si une propriété aussi remarquable que celle de la genèse de la forme spécifique (ramifications) pouvait être engendrée par le simple et direct jeu des forces physico-chimiques, ce serait la preuve, non seulement qu'une longue évolution n'est pas *nécessaire*, mais encore qu'il pourrait être *possible* de reconstituer de même les autres propriétés des corps vivants. Il semble bien qu'il n'y ait que deux alternatives : ou bien il en est réellement ainsi ; ou bien il n'y a là que des ressemblances fortuites, accidentelles et imparfaites.

A défaut d'arguments assez solides en faveur de la première opinion, il n'apparaît pas encore comme rationnel et pratique de chercher à reconstituer instantanément, à l'aide de nos seules ressources, des processus vitaux fruits d'une évolution multi-séculaire et d'essayer d'improviser une œuvre naturelle de très longue haleine. Cependant, il peut y avoir quelque chose à faire.

S'il ne paraît guère possible de trouver de réels similaires aux processus nettement définis ou aux formes et aux propriétés des êtres différenciés, — on pourrait même dire à celles des plus inférieurs, puisque, si rudimentaires que puissent être certaines propriétés, elles n'en sont pas moins une résultante d'un ensemble de causes auquel nos faibles moyens d'action ne paraissent pas encore en état de suppléer, — il n'y a pas à désespérer, cependant, de la possibilité de reconstituer expérimentalement la « Vie ».

On peut l'entrevoir comme l'œuvre du chimiste, synthétisant des substances vivantes homogènes, sans formes, sans limites, sans régions, sans aucune différenciation, sans propriétés vitales tangibles par nos moyens d'investigation, telles des sortes de *plassons* inertes, sans stabilité ni durée, doués à peine d'une rudimentaire faculté de régénération, s'unissant au hasard et subissant sans cesse une division irrégulière, affectant les allures d'une pulvérisation indéfinie. C'est là l'hypothèse rendue la plus probable par l'étude des conditions possibles de la vie primitive.

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *Quelques remarques sur la nourriture de la Sardine.* Note (¹) de M. **Casimir Cépède**, présentée par M. Alfred Giard.

La crise sardinière, dont se préoccupe, à juste titre, l'Administration de la Marine, depuis de longues années déjà, rend très désirables toutes les observations qui touchent, de près ou de loin, aux conditions biologiques de cette importante espèce de Clupéide comestible.

Les faits enregistrés par divers observateurs et ceux que j'ai notés moi-même peuvent donner lieu à quelques remarques intéressantes.

Pouchet et de Guerne (²) ont trouvé que la nourriture des Sardines

---

(¹) Présentée dans la séance du 8 avril 1907.

(²) Pouchet et de Guerne, *Sur la nourriture de la Sardine* (*Comptes rendus*, t. CIV, 1887, p. 712-715).

(desquelles il ne donnent pas les dimensions) est *parfois exclusivement animale* (Copépodes pélagiques : *Pleuromma armata* Bœck, *Calanus finmarchicus* Gunner, 17 juin 1882, Concarneau); *parfois mixte* et *variable* suivant la composition de la faune et de la flore pélagiques [Copépodes de haute mer, *Euterpe gracilis* Claus et d'autres *Harpacticidæ*, de très nombreux Cladocères du genre *Podon* (*P. minutus* G. O. Sars) et autres organismes animaux associés à quelques débris d'origine végétale : Concarneau juillet, août, septembre] (La Corogne : *Podon minutus, Euterpe gracilis, Ektinosoma atlanticum* Brady, embryons de Gastropodes, Trématode microscopique, extrême abondance de *Peridinium divergens* Ehr. et *P. polyedricum* Pouchet); *parfois enfin exclusivement végétale* (Concarneau, juillet 1874). Les auteurs insistent sur l'extrême abondance dans l'estomac des Sardines de la Corogne de *P. divergens* et *P. polyedricum*. Ce fait concorde avec les observations que j'ai pu faire sur les variations du plankton du Pas-de-Calais. L'abondance des Péridiniens s'explique par ce fait que le plankton de cette époque devait être presque exclusivement constitué dans cette région par les Flagellates absorbés.

En effet, j'ai noté au large de Wimereux, le 7 février 1906, un plankton presque exclusivement composé de *Biddulphia* (*Zygoceros*) *mobiliensis* (Bail.) Grun. ; le 17 avril 1906 un plankton à *Phoeocystis Poucheti* (Hariot); les 27 et 28 juin, le 21 juillet 1906 et le 3 septembre de la même année un plankton à *Noctiluca miliaris* prédominant; enfin, tout récemment encore (8 janvier 1907), j'observais un plankton presque exclusivement composé d'un Péridinien : *Ceratium fusus* Ehr.

Le professeur Marion (1) trouve en février à Marseille des *Rhizosolenia*, Diatomées pélagiques, dans l'estomac des Bogues et des Sardines et Gourret (2) dans l'intestin des Sardines des environs de Marseille signale des Cladocères appartenant au genre *Podon* (*P. minutus* G. O. Sars). Ces deux observations contrôlent d'une manière très générale celles de Pouchet et de Guerne. Mais je me permettrai de leur faire la même critique qu'aux précédentes. Les auteurs ont négligé d'indiquer les dimensions des individus observés.

E. Canu (3), plus précis que ses devanciers, trouve le tube digestif des grandes

(1) A.-F. Marion, *Remarques générales sur le régime de la faune pélagique du golfe de Marseille, particulièrement durant l'année* 1890 (*Annales du Musée de Marseille*, p. 128).

(2) Paul Gourret, *Examen de la pâture de quelques Poissons comestibles du golfe de Marseille* (*Annales du Musée de Marseille*, 1890, p. 30).

(3) Canu, *Notes de biologie marine, fauniques ou éthologiques*. IV. *Diatomées et*

Sardines *adultes* (*Célins* des pêcheurs boulonnais) rempli d'Algues pélagiques dont il énumère quelques espèces.

Les Algues microscopiques et autres organismes que j'ai observés [1] dans le tube digestif des jeunes Sardines se répartissent en deux lots. Les plus abondants d'entre eux sont pélagiques, les autres littoraux [2], certains de ceux du premier groupe pouvant se trouver accidentellement dans le second parce que rejetés à la côte, ainsi que l'a déjà fait observer le professeur Giard pour d'autres espèces de la même région.

De ces observations, malheureusement encore trop peu nombreuses, il paraît résulter que la Sardine (*Alosa sardina* Risso) n'a pas de préférence bien nette soit pour une nourriture animale, soit pour une nourriture végétale. Mais nous ne pouvons pas en ce moment dire *si elle ne préfère pas, aux divers stades de son évolution, une nourriture spéciale*. Dans l'état actuel de la question, le problème doit être précisé, et il devient nécessaire : 1° d'entreprendre des recherches sur des Sardines de divers âges mesurées très exactement et dont la date et le lieu de pêche seront enregistrés; 2° de compléter ces recherches par des observations sur la faune et la flore planktoniques et autochtones du lieu de pêche à l'époque même de cette pêche. Malheureusement, les ressources actuelles du laboratoire de Wimereux ne me permettent pas d'envisager le problème dans toute son étendue, et d'ailleurs des études comparatives s'imposent. Aussi je me permets de faire appel à mes collègues des diverses stations maritimes et de solliciter leur concours soit pour me procurer du matériel, soit pour la poursuite d'études parallèles dans leurs laboratoires. Ce n'est que par une étroite collaboration que ces problèmes si complexes et d'une importance économique si considérable pourront un jour être résolus.

Algues pélagiques abondantes dans la Manche du N.-E., p. 113-116 (*Annales de la station aquicole de Boulogne-sur-Mer*, t. I, 2e partie, juin 1893).

(1) Casimir Cépède, *Contribution à l'étude de la nourriture de la Sardine* (*Comptes rendus*, 8 avril 1907).

(2) A. Giard, *Sur une faunule caractéristique des sables à Diatomées d'Ambleteuse* (*Pas-de-Calais*) (*C. R. des séances de la Soc. de Biol.*, t. LVI, 20 février 1904, p. 295-298). — A. Giard, *Ibid.*, II : *Les Gastrotriches normaux* (*Soc. de Biol.*, t. LVI, 25 juin 1904, p. 1061-1063). — A. Giard, *Ibid.*, III : *Les Gastrotriches aberrants* (*Soc. de Biol.*, t. LVI, 25 juin 1904, p. 1064-1066).

PHYSIOLOGIE. — *Les fonctions de l'hypophyse et de la glande pinéale.* Note de M. DE CYON, présentée par M. Dastre.

Depuis 1897 j'ai eu à plusieurs reprises l'honneur de présenter, à l'Académie, des Notes sur les fonctions des glandes vasculaires. Mes recherches sur la thyroïde, l'hypophyse, la glande pinéale, etc., poursuivies pendant une dizaine d'années et publiés ailleurs (1), m'ont permis d'établir les lignes principales du rôle physiologique de ces glandes et cela grâce à l'emploi de la méthode expérimentale *directe*, introduite par Claude Bernard et Ludwig dans leurs études sur les glandes salivaires et autres. Les méthodes *indirectes*, comme par exemple l'extirpation des organes glandulaires, sont impuissantes à révéler les fonctions d'organes aussi complexes; surtout quand elles sont accompagnées de lésions de diverses parties du cerveau. Le fait d'avoir exécuté mes recherches en grande partie en Suisse, où la plupart des animaux sont atteints de diverses affections strumeuses, qui entraînent presque toujours des modifications pathologiques de l'hypophyse et de la pinéale, a considérablement facilité ma tâche expérimentale.

Je viens de terminer un grand travail d'ensemble sur l'hypophyse et la glande pinéale, dont je résume ici les principales conclusions.

1° L'hypophyse est un autorégulateur de la pression sanguine intracrânienne; elle veille à la sécurité du cerveau et à l'intégrité de ses fonctions vitales et psychiques, en le préservant contre les congestions dangereuses, au moyen d'un jeu d'écluses, dont les corps thyroïdes sont les principales.

Pour indiquer la puissance de ces écluses il suffit de rappeler que les mensurations précises, exécutées dans le laboratoire de M. Hürthle, ont établi que la quantité de sang qui traverse la thyroïde par minute et par 100^g d'organe est de 560^{cm^3} et pour le cerveau de 130^{cm^3}, tandis qu'elle n'est pour les reins que de 100^{cm^3} et pour les extrémités de 5^{cm^3}.

2° La partie glandulaire de l'hypophyse produit deux substances actives, qui entretiennent le bon fonctionnement du système nerveux cardiaque et vasomoteur; l'une de ces substances, l'hypophysine, augmente considérablement la force des battements du cœur : l'autre agit surtout sur les nerfs vasomoteurs (résultat confirmé par MM. Howell,

(1) *Archiv für die gesammte Physiologie*, t. LXX, LXXI, LXXII, LXXIII, LXXIV, LXXVII, LXXXI, LXXXVII, XCVIII et CI. — *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 1898, etc.

Schäfer et d'autres). L'hypophysine est en outre un puissant antidote de l'atropine et de la nicotine.

3° L'hypophyse entretient l'excitation tonique des nerfs modérateurs du cœur.

4° L'hypophyse intervient indirectement par ses substances actives et directement par son action sur les systèmes sympathique et pneumogastrique dans *les échanges organiques* des tissus; elle règle la diurèse (fait confirmé par Magnus et Schäfer) et exerce une certaine action sur les organes génitaux mâles. Par cette intervention dans les échanges l'hypophyse exerce une action puissante sur le développement et la croissance des tissus, principalement du tissu osseux. Dans l'acromégalie, entité morbide, établie par les belles recherches de M. P. Marie, cette croissance anormale, selon mes conclusions, n'est provoquée ni par la *suppression,* ni par l'*exagération* du fonctionnement normal de l'hypophyse, mais par des *déviations* et des *troubles dans ce fonctionnement.* Le docteur Masay, qui, dans l'Institut dirigé par M. Heger, avait déjà réussi à confirmer les résultats de mon expérimentation directe sur l'hypophyse, vient de réussir, à l'aide d'une modification de la méthode des cytotoxines de Bordet, à provoquer des gonflements des articulations et des os métatarsiens chez les chiens, analogues à ceux des acromégales.

5° La glande pinéale agit surtout d'une *manière mécanique,* comme régulateur de l'afflux et du reflux des liquides céphalo-rachidiens dans l'*aqueduc de Sylvius.* L'excitation électrique directe produit le rétrécissement en même temps qu'un léger déplacement de la glande pinéale, et cela en première ligne, grâce à ses fibres musculaires, découvertes par le professeur Nicolas (Nancy) et dont la disposition rappelle celle des fibres cardiaques; mais aussi, probablement, grâce au *velum interpositum,* si riche en réseaux vasculaires.

6° Mes expériences sur les substances de cette glande ont permis seulement de constater que leur action est nulle sur la pression sanguine et très modérée sur les nerfs cardiaques. Il est probable que, constituées principalement par des sels calcaires, elles ne servent qu'à former les nombreux concréments de la pinéale, dont la présence favoriserait le *barrage* de l'aqueduc.

7° Un certain équilibre doit exister dans le cerveau entre les quantités du sang et du liquide céphalo-rachidien, contenues dans la boîte cranienne; ce *balancement* est probablement réglé par l'hypophyse, qui, enfermée dans une cavité à parois rigides, peut subir une pression double : à l'extérieur par le réseau de sinus et de vaisseaux sanguins et, à l'intérieur, par le liquide céphalo-rachidien, qui du troisième ventricule pénètre dans la cavité par la voie de l'*infundibulum. Or toute pression exercée sur l'hypophyse, comme je l'ai démontré, met en fonctionnement son appareil régulateur de la pression sanguine* et, probablement aussi, celui de la pinéale.

L'énumération des fonctions vitales de l'hypophyse, ainsi que sa situation anatomique, si abritée sur la base du crâne, et ses nombreuses communications avec les parties fonctionnelles les plus importantes du cerveau, la rendent particulièrement apte à remplir une partie au moins du rôle que les philosophes, comme Descartes, ont attribué à la glande pinéale.

A 3 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Minéralogie, par l'organe de son doyen, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante par le décès de M. *Marcel Bertrand :*

En première ligne	M. Douvillé.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique . . .	MM. Marcelin Boule. De Launay. Haug. Termier. Wallerant.
En troisième ligne	M. Bergeron.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 avril 1907.

Institut de France. Académie des Sciences et Académie des Sciences morales et politiques. *Propositions et Rapport présentés, conjointement avec l'Académie royale des Sciences de Berlin, au sujet de la publication d'une édition internationale des Œuvres de Leibniz.* Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°.

Institut de France. Académie des Sciences. *Rapport sur le système proposé par M.* Torres Quevedo *pour la description des machines,* présenté à l'Académie dans la séance du 8 avril 1907, par M. Appell. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 feuillet in-4°.

Traité de Physique, par O.-D. CHWOLSON; Ouvrage traduit sur les éditions russe et allemande, par E. DAVAUX; édition revue et considérablement augmentée par l'auteur, suivie de Notes sur la Physique théorique par E. et F. COSSERAT; Tome I, 3e fascicule : *L'état liquide et l'état solide des corps,* avec 136 figures dans le texte. Paris, A. Hermann, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Tables analytiques des Comptes rendus des séances du Conseil d'Hygiène publique et de Salubrité du département de la Seine pendant les années 1895 *à* 1904, précédées de Notices sur la composition et l'organisation du Conseil depuis sa création (1802), par M. LÉON AUBERT. Paris, imp. Chaix, 1906; 1 vol. in-8°.

M. DE MONTESSUS DE BALLORE fait hommage des Ouvrages suivants :

Les relations sismico-géologiques de la Méditerranée antillienne. (Extr. de *Societad Alzate : Memorias,* t. XIX, 1902-1903.) Mexico; 1 fasc. in-8°.

Géosynclinaux et régions à tremblements de terre, esquisse de géographie sismico-géologique. (Extr. du *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie;* t. XVIII, 1904.) Bruxelles, 1904; 1 fasc. in-8°.

Relations géologiques des régions stables et instables du nord-ouest de l'Europe. Bruxelles, Polleunis et Ceuterick, 1905; 1 fasc. in-8°.

La Roumanie et la Bessarabie sismiques. (Extr. de *Analele Institutului meteorologic al Romaniei,* t. XVII, 1901.) Bucarest, F. Göbl, 1905; 1 fasc. in-4°.

Sur les lois de répartition mensuelle des tremblements de terre. (Extr. du *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie,* t. XX, 1906.)

L'Art de bâtir dans les pays à tremblements de terre. (Extr. de *L'Architecture,* 19e année.) Paris, Ch. Schmid, 1906; 1 fasc. in-8°.

Éphémérides sismiques et volcaniques; nos 43-46, juin-septembre 1906. Bruxelles, P. Weissenbruch; 4 fasc. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 4 février 1907.)

Note de M. *Jules Baillaud*, Étoiles variables nouvelles à variations lumineuses très rapides :

Page 251, ligne 20, *au lieu de* Deuxième étoile (Aigle), *lisez* Deuxième étoile (Petit Renard).

Page 252, ligne 5, *au lieu de* $y = + 33,774$, *lisez* $y = + 38,8$.

Page 252, ligne 6, *au lieu de* $Æ = 19^h 0^m 8^s,44$, *lisez* $Æ = 19^h 0^m 8^s,2$.

Page 252, ligne 6, *au lieu de* $D = 24^\circ 40' 15'',8$ *lisez* $D = 24^\circ 38' 20''$.

(Séance du 8 avril 1907.)

Note de M. *E. Barré*, Sur la surface engendrée par une hélice circulaire :

Page 730, ligne 6, formule (10),

au lieu de $\sin W = - h \cos V$, *lisez* $\sin W = - h \cot V$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 AVRIL 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Collimateur suspendu donnant la position du zénith.* Note de M. G. LIPPMANN.

Cet instrument a pour objet de rendre le zénith visible dans le champ d'une lunette visuelle ou photographique, sous la forme d'un point lumineux. Il se compose d'un collimateur vertical portant en son plan focal un trou très fin que l'on peut éclairer. Ce collimateur est soutenu soit par un couteau horizontal, comme un pendule géodésique, soit par un ressort très flexible, de telle manière qu'il soit parfaitement libre d'osciller dans un plan vertical. Dans le champ d'une lunette d'observation il fournit donc un point lumineux P qui occupe la position du zénith si le collimateur a été convenablement réglé. On exécute et l'on vérifie ce réglage par la méthode du retournement, c'est-à-dire en faisant tourner l'axe de suspension A de 180° dans le plan horizontal qui le contient. Le point P prend alors une seconde position P' qui doit coïncider avec P quand le réglage est parfait. Dans le cas contraire, le zénith Z occupe le point milieu de la droite PP'. On peut donc, par retournement, s'assurer du réglage ou bien éliminer l'effet d'un déréglage.

Dans un appareil d'essai que j'ai construit, le collimateur est suspendu par un ruban d'acier très flexible de $\frac{1}{20}$ de millimètre d'épaisseur, de $0^m,01$ de largeur et long de $0^m,20$.

L'amortissement nécessaire pour arrêter ses oscillations est produit par un système de palettes plongeant dans de l'huile et orientées dans diverses directions. L'huile est contenue dans un vase annulaire concentrique au collimateur, de manière à permettre le retournement. Les palettes n'af-

fleurent pas; elles sont immergées, afin qu'il ne se produise pas d'effets de capillarité.

Le collimateur ainsi amorti cesse d'osciller au bout de 2 minutes environ. Les images restent également nettes pendant le mouvement et au repos. L'appareil n'est pas sensible aux trépidations du sol, même à la Sorbonne, où ces trépidations sont telles que l'on n'y pourrait faire usage d'un bain de mercure perfectionné. Enfin je me suis assuré qu'après un retournement et des secousses violentes, l'image lumineuse revient d'elle-même exactement à la même place : cette constatation a été faite d'abord à l'aide d'une lunette à réticule, ensuite par la photographie. La lunette photographique employée pour cet usage avait $2^m,80$ de foyer et permettait d'apprécier un déplacement d'une petite fraction de seconde. On en peut conclure que le ruban d'acier employé peut être considéré comme un lien parfaitement flexible et que l'amortisseur à huile n'introduit pas de perturbations.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les représentations d'un entier par une somme de dix ou de douze carrés*. Note de M. G. **Humbert**.

L'emploi des fonctions elliptiques permet de retrouver et d'étendre quelques propositions énoncées par Eisenstein et Liouville sur le nombre de décompositions d'un entier en dix ou en douze carrés, propositions que les illustres géomètres ont données sans démonstrations et qui, à notre connaissance, n'ont pas encore été établies.

I. *Cas de dix carrés*. — 1° On a, dans les notations de Jacobi, et en posant

$$H_1(0) = \eta_1, \qquad \Theta_1(0) = \theta_1, \qquad \Theta(0) = \theta, \qquad K = \frac{\eta_1^2}{\theta_1^2}, \qquad z = \theta_1^2 x,$$

les formules

$$(1) \quad \frac{\theta}{\eta_1}\frac{H_1(z)}{\Theta(z)} = cn z = 1 - \frac{z^2}{2} + \frac{1+4K^2}{4!}z^4 - \frac{1+44K^2+16K^4}{6!}z^6 + \ldots,$$

$$(2) \quad \left\{ \begin{aligned} 2\theta^3\eta_1^3\frac{H_1^3(z)}{\Theta^3(z)} &= 4\sum_{m=0}^{\infty}\frac{q^{\frac{2m+1}{2}}}{1+q^{2m+1}}(2m+1)^2\cos(2m+1)x \\ &\quad + (\eta_1^4 - \theta^4)\eta_1\theta\frac{H_1(z)}{\Theta(z)}. \end{aligned} \right.$$

Égalons dans les deux membres de (2) les coefficients des termes en z^2; nous trouvons, en utilisant (1) et la relation $\theta_1^4 = \eta_1^4 + \theta_1^4$,

$$(3) \qquad 4\eta_1^6\theta_1^4 + \eta_1^2\theta_1^8 = 4\sum \frac{q^{\frac{2m+1}{2}}}{1+q^{2m+1}}(2m+1)^4.$$

Changeons dans cette équation q en $-q$; en vertu de

$$\eta_1(-q) = e^{\frac{\pi i}{4}}\eta_1(q), \qquad \theta_1(-q) = \theta(q),$$

nous obtenons

$$(4) \qquad 5\eta_1^{10} - 6\eta_1^6\theta_1^4 + \eta_1^2\theta_1^8 = 4\sum \frac{q^{\frac{2m+1}{2}}}{1-q^{2m+1}}(-1)^m(2m+1)^4.$$

Cela posé, désignons par $G_{p,q}(a)$ le nombre des décompositions de a en p carrés impairs, *écrits d'abord*, suivis de q carrés pairs; il vient, en égalant dans les deux membres de (3) et (4), les coefficients des termes en $q^{N+\frac{1}{2}}$:

$$(5) \quad 4G_{6,4}(4N+2) + G_{2,8}(4N+2) = 4(-1)^N\Sigma(-1)^m(2m+1)^4,$$
$$(6) \quad 5G_{10,0}(4N+2) - 6G_{6,4}(4N+2) + G_{2,8}(4N+2) = 4\Sigma(-1)^m(2m+1)^4;$$

les sommes qui figurent aux deux derniers membres sont étendues aux diviseurs impairs, $2m+1$, de $4N+2$.

Si N est impair, $N = 2M+1$, le nombre $G_{10,0}(4N+2)$ est évidemment nul; les équations (5) et (6) donnent

$$G_{6,4}(8M+6) = G_{2,8}(8M+6) = \frac{4}{5}\sum(-1)^{m+1}(2m+1)^4;$$

et, le nombre total des décompositions de $8M+6$ en dix carrés étant évidemment

$$\frac{10.9.8.7}{1.2.3.4}G_{6,4} + \frac{10.9}{1.2}G_{2,8},$$

on a ce théorème:

Le nombre total des représentations de $8M+6$ *par une somme de dix carrés est égal à* 204 *fois la différence entre la somme des quatrièmes puissances des diviseurs impairs de* $8M+6$ *qui sont du type* $4h+3$, *et la somme analogue pour les diviseurs du type* $4h+1$.

Les nombres de représentations de $8M+6$ *par une somme de six carres*

impairs suivis *de quatre carrés pairs ou par une somme de deux carrés impairs* suivis *de huit carrés pairs sont égaux entre eux.*

2° Remplaçons maintenant, dans (3), $\eta_1^2(q)$ et $\theta_1^2(q)$ par leurs valeurs connues, $2\eta_1(q^2)\theta_1(q^2)$ et $\theta_1^2(q^2)+\eta_1^2(q^2)$, puis changeons q^2 en q; nous obtenons la relation (qu'il serait aisé de décomposer en deux autres)

$$(7)\quad \eta_1^9\theta_1+38\eta_1^5\theta_1^5+\eta_1\theta_1^9+20\eta_1^7\theta_1^3+20\eta_1^3\theta_1^7=2\sum\frac{q^{\frac{2m+1}{4}}}{1+q^{\frac{2m+1}{2}}}(2m+1)^4.$$

En égalant dans les deux membres les coefficients des termes en $q^{N+\frac{3}{4}}$, on a

$$10G_{7,3}(4N+3)+10G_{3,7}(4N+3)=\Sigma(-1)^{m+1}(2m+1)^4,$$

la dernière somme s'étendant aux diviseurs impairs, $2m+1$, de $4N+3$; et, comme le nombre total des décompositions de $4N+3$ en dix carrés est $120(G_{7,3}+G_{3,7})$, on obtient le théorème énoncé par Eisenstein :

Le nombre des représentations de $4N+3$ *par une somme de dix carrés est douze fois l'excès de la somme des puissances quatrièmes des diviseurs de* $4N+3$ *qui sont du type* $4h+3$ *sur la somme analogue pour les diviseurs du type* $4h+1$.

En égalant, dans les deux membres de (7), les coefficients de $q^{N+\frac{1}{4}}$, on trouverait

$$G_{1,9}(4N+1)+G_{9,1}(4N+1)+38G_{5,5}(4N+1)=2\Sigma(-1)^m(2m+1)^4,$$

la somme s'étendant aux diviseurs, $2m+1$, de $4N+1$; mais cette formule ne donne pas le nombre total des décompositions de $4N+1$ en dix carrés.

II. *Cas de douze carrés.* — Partons des formules

$$2\theta_1^3\eta_1^3\frac{H^3(z)}{\theta^3(z)}=-4\sum_{m=0}^{\infty}\frac{q^{\frac{2m+1}{2}}}{1-q^{2m+1}}(2m+1)^2\sin(2m+1)x+(\theta_1^4+\eta_1^4)\eta_1\theta_1\frac{H(z)}{\theta(z)},$$

$$\eta_1^2\theta_1^2\theta^2\frac{HH_1\theta_1}{\theta^3}=8\sum_0^{\infty}\frac{m^2q^m}{1-q^{2m}}\sin 2mx,$$

$$\eta_1\theta_1\theta^2\frac{H_1\theta_1}{H^2}=\frac{\cos x}{\sin^2 x}-4\sum_0^{\infty}\frac{q^{2m+1}}{1-q^{2m+1}}(2m+1)\cos(2m+1)x;$$

égalons respectivement les coefficients des termes en z^2, z^3, z^4 dans les

deux membres, et utilisons à cet effet les formules $\left(\text{où } \alpha = \frac{K^2+1}{2K}\right)$:

$$\operatorname{sn} z = \frac{\theta_1}{\eta_1}\frac{H(z)}{\Theta(z)} = z - \frac{K\alpha}{3}z^3 + \frac{K^2}{30}(\alpha^2+3)z^5 - \frac{K^3(\alpha^3+33\alpha)}{3.5.6.7}z^7 \qquad + \ldots,$$

$$\operatorname{dn} z = \frac{\theta}{\theta_1}\frac{\Theta_1(z)}{\Theta(z)} = 1 - \frac{K^2}{2}z^2 + \frac{K^2(K^2+4)}{4!}z^4 - \frac{K^2(16+44K^2+K^4)}{6!}z^6 + \ldots,$$

ainsi que la formule (1), relative à cn^2; nous obtenons les trois relations

$$(8) \qquad \eta_1^{10}\theta_1^2 + 14\eta_1^6\theta_1^6 + \eta_1^2\theta_1^{10} = 4\sum_0^\infty \frac{q^{\frac{2m+1}{2}}}{1-q^{2m+1}}(2m+1)^5,$$

$$(9) \qquad \eta_1^8\theta_1^4 + \eta_1^4\theta_1^8 = 16\sum \frac{q^m}{1-q^{2m}} m^5,$$

$$(10) \qquad \left\{\begin{aligned} &31(\eta_1^4+\theta_1^4)^3 - 108\eta_1^4\theta_1^4(\theta_1^4+\eta_1^4) \\ &\quad = 504\left[\sum \frac{q^{2m+1}}{1-q^{2m+1}}(2m+1)^5 + \frac{31}{504}\right].\end{aligned}\right.$$

La formule (8) donne la somme $G_{10,2} + 14G_{6,6} + G_{2,10}$ pour un entier du type $4N+2$, et, comme le nombre total des décompositions d'un tel entier en douze carrés est $66(G_{10,2} + 14G_{6,6} + G_{2,10})$, on a ce premier résultat :

Le nombre total des représentations de $4N+2$ par une somme de douze carrés est deux cent soixante-quatre fois la somme des puissances cinquièmes des diviseurs impairs de $4N+2$.

Dans (8), changeons q en q^2, nous obtenons

$$(11) \qquad \eta_1^{12} - \eta_1^8\theta_1^4 + \eta_1^4\theta_1^8 = 16\sum \frac{q^{2m+1}}{1-q^{4m+2}}(2m+1)^5,$$

et, en observant que $G_{12,0}(8M) = 0$ et $G_{12,0}(8M+4) = 2G_{8,4}(8M+4)$, nous déduisons immédiatement de (11) les deux relations

$$(12) \qquad G_{8,4}(8M) = G_{4,8}(8M),$$

$$(13) \qquad G_{8,4}(8M+4) + G_{4,8}(8M+4) = 16\Sigma(2m+1)^5,$$

Σ s'étendant aux diviseurs impairs, $2m+1$, de $8M+4$.

La relation (9) donne

$$(14) \qquad G_{8,4}(8M) + G_{4,8}(8M) = 16\Sigma m^5,$$

m étant un diviseur de $2M$ à conjugué impair [c'est-à-dire tel que $2M = m(2\rho + 1)$].

Enfin on déduit de (10)

$$(15) \quad \left\{ \begin{array}{l} 31[G_{12,0}(4N) + G_{0,12}(4N)] \\ - 15[G_{8,4}(4N) + G_{4,8}(4N)] = 504\Sigma(2m+1)^5, \end{array} \right.$$

Σ s'étendant aux diviseurs impairs de $4N$.

Les formules (13), (14), (15) permettent de calculer les deux quantités $G_{12,0} + G_{0,12}$, $G_{8,4} + G_{4,8}$ relatives à $4N$; et, par suite, le nombre total des décompositions de $4N$ en douze carrés, à savoir

$$G_{12,0} + G_{0,12} + 495(G_{8,4} + G_{4,8}).$$

On arrive ainsi au théorème énoncé par Liouville :

Soit $N = 2^\alpha m$, *m impair, et* $\alpha \geqq 2$. *Le nombre total des représentations de* N *par une somme de douze carrés est la somme des cinquièmes puissances des diviseurs impairs de* N, *multipliée par l'entier*

$$24\left(1 + 10\frac{2^{5\alpha} - 1}{2^5 - 1}\right).$$

La formule reste vraie pour $\alpha = 1$, l'entier ci-dessus étant alors égal à 264.

Des formules (13) et (14) on déduit que :

Le nombre des représentations de $2^\alpha m$ ($= N$) par une somme de douze carrés, *non tous de même parité*, est la somme des cinquièmes puissances des diviseurs impairs de N, multipliée par l'entier $495 \times 2^{5\alpha - 6}$.

Mais là α est supposé $\geqq 2$.

Enfin la formule (12) donne une proposition qui s'énonce immédiatement.

En opérant sur (8), ou sur les relations analogues, comme on a opéré sur (3), on introduit les fonctions G relatives à un nombre impair; on n'obtient ainsi que les deux formules

$$G_{11,1}(4N+3) + 194G_{7,5}(4N+3) + 61G_{3,9}(4N+3) = 2\Sigma d^5,$$
$$G_{1,11}(4N+1) + 194G_{5,7}(4N+1) + 61G_{9,3}(4N+1) = 2\Sigma d^5,$$

Σd^5 désignant respectivement les sommes des puissances cinquièmes des diviseurs de $4N+3$ et de $4N+1$. Mais on ne peut en déduire le nombre des décompositions d'un entier impair en une somme de douze carrés.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogenation directe des composés allyliques.* Note de M. Paul Sabatier.

L'alcool allylique ou propénol possède une molécule incomplète, issue du propylène, et dans laquelle on admet l'existence d'une double liaison éthylénique. Cependant les méthodes ordinaires d'hydrogénation par voie humide ne parviennent pas facilement à le compléter en le transformant en alcool propylique. D'après Linnemann, on n'arrive à aucun résultat utile au moyen d'amalgame de sodium et d'eau, non plus qu'avec le zinc en présence d'acide chlorhydrique. Mais le même chimiste, en se servant de zinc et d'acide sulfurique étendu, a pu, par 25 heures de contact à la température ordinaire, arriver à transformer le tiers de l'alcool allylique en alcool propylique [1].

L'hydrogénation a été moins difficile pour l'acide acrylique, que les divers agents mentionnés plus haut changent en acide propionique.

Il était permis de prévoir que la méthode d'hydrogénation directe en présence du nickel réduit, telle je l'ai instituée avec la collaboration de M. Senderens, fournirait des résultats bien plus avantageux. En effet, parmi les travaux très variés qui peuvent être réalisés par ce procédé, l'un des plus aisés à accomplir est certainement la fixation d'hydrogène sur les doubles liaisons éthyléniques vraies. C'est, parmi les diverses fonctions du nickel divisé, l'une de celles qui s'exercent le plus vite et il suffit habituellement de températures fort peu élevées pour la déterminer; de telle sorte que, si plusieurs travaux peuvent être accomplis sur une molécule possédant des doubles liaisons éthyléniques, une hydrogénation rapide, ou pratiquée à température assez basse, ou exercée avec un nickel peu actif, pourra se borner à supprimer ces liaisons sans opérer d'autres modifications.

C'est ainsi que nous avons vérifié que du nickel fatigué, qui ne réalise plus que lentement l'hydrogénation du benzène ou du phénol, peut au contraire changer facilement le phényléthylène en éthylbenzène, sans production appréciable d'éthylcyclohexane.

De même, M. Darzens (*Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 152), puis MM. Haller et Martine (*loc. cit.*, t. CXL, 1905, p. 1298) ont pu, en soumettant des acétones

---

(1) Linnemann, *Ber. chem. Gesell.*, t. VII, p. 856.

incomplètes à une hydrogénation ménagée, y saturer simplement les liaisons éthyléniques sans y modifier les fonctions acétoniques, et tout récemment encore (*loc. cit.*, t. CXLIV, 1907, p. 328), M. Darzens, partant des éthers-sels d'acides éthyléniques, a pu, sans changer leur structure, les transformer immédiatement, par l'application de notre méthode, en éthers-sels des acides saturés correspondants.

Il était donc facile de prévoir que l'on pourrait de même passer régulièrement des composés allyliques aux composés propyliques correspondants.

Aldéhyde allylique. — J'ai indiqué antérieurement avec M. Senderens ([1]) que l'aldéhyde allylique, hydrogénée sur le nickel au-dessus de 160°, peut être transformée en aldéhyde propionique, sans production notable de l'alcool correspondant.

Alcool allylique. — Les vapeurs d'alcool allylique sont dirigées par un excès d'hydrogène sur le nickel réduit, maintenu entre 130° et 170°; l'hydrogénation se produit facilement et l'on recueille un liquide d'odeur agréable, qui ne renferme plus aucune trace d'alcool allylique; il se colore immédiatement au contact d'un peu d'eau de brome. C'est de l'alcool propylique à peu près pur, contenant seulement une faible dose d'aldéhyde propylique qui provient de l'action dédoublante que le nickel commence à exercer sur l'alcool formé.

La même réaction peut être accomplie en opérant au-dessus de 180° avec du cuivre réduit, au lieu de nickel. Mais elle va beaucoup moins vite; l'alcool propylique est souillé par des traces d'aldéhyde allylique dont l'odeur irritante peut être perçue dans le mélange.

Oxyde d'allyle. — J'ai préparé de l'oxyde d'allyle (bouillant à 94°) en chauffant au réfrigérant ascendant du bromure d'allyle avec de l'oxyde mercurique et rectifiant le produit obtenu. Quand on dirige ses vapeurs, entraînées par un excès d'hydrogène, sur la colonne de nickel réduit, maintenu vers 135°-140°, on observe une hydrogénation intense. L'oxyde d'allyle a été totalement transformé en oxyde de propyle, d'odeur agréable, bouillant à 90°,5. Il n'y a eu pendant l'hydrogénation aucune dislocation moléculaire appréciable.

Si nous joignons à ces résultats la facile transformation du propylène en propane décrite par nous il y a quelques années ([2]) et celle accomplie par M. Darzens des éthers acryliques en éthers propioniques (*loc. cit.*), nous

---

([1]) Paul Sabatier et Senderens, *Ann. Chim. Phys.*, 8e série, t. IV, 1905.

([2]) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, 1902, p. 1127.

voyons que la méthode d'hydrogénation directe permet de passer aisément des divers composés allyliques aux composés propyliques correspondants.

Pourtant, le procédé cesse d'être applicable aux chlorure, bromure, iodure d'allyle, qui, au-dessous de 140°, ne subissent aucune transformation, mais, à température plus haute, donnent lieu à une certaine séparation d'hydracide qui altère le métal et lui enlève son aptitude hydrogénante : on observe alors un dédoublement régulier en hydracide et carbure tétravalent, sur lequel je me propose de revenir dans une prochaine Note.

M. A. **Calmette** fait hommage à l'Académie de son Ouvrage intitulé : *Les venins, les animaux venimeux et la sérothérapie antivenimeuse.*

M. le Dr **Zambaco Pacha** fait hommage à l'Académie de son Ouvrage intitulé : *La contagion de la lèpre en l'état de la science.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre, à la place devenue vacante, dans la Section de Minéralogie, par le décès de M. *Marcel Bertrand.*

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Douvillé	obtient.	43 suffrages
M. De Launay	»	7 »

MM. Boule, Cayeux, Colson, Haug, Termier, Wallerant obtiennent chacun une voix.

M. **Douvillé**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

COMMISSIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de préparer une liste de candidats à la place de Secrétaire perpétuel, vacante par suite du décès de M. *Berthelot.*

Cette Commission doit se composer de six Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques et du Président en exercice.

MM. Troost, Gaudry, Van Tieghem, Th. Schlœsing, Perrier, Bouchard réunissent la majorité des suffrages.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de présenter une liste de candidats à la place d'Académicien libre, vacante par suite du décès de M. *A. Laussedat*.

Cette Commission doit se composer de deux Membres choisis dans les Sections de Sciences mathématiques, deux Membres choisis dans les Sections de Sciences physiques, de deux Académiciens libres et du Président en exercice.

MM. Darboux, Mascart, d'Arsonval, Lannelongue, Carnot, le Prince Roland Bonaparte réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

L'École navale portugaise, par l'organe de son Directeur, adresse à l'Académie l'expression de sa profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *Berthelot*.

M. Carpentier prie l'Académie de le compter au nombre des candidats à la place d'Académicien libre, vacante par suite du décès de M. *A. Laussedat*.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Opuscula selecta neerlandicorum de arte medica. Fasciculus primus. (Publié par la Direction de *Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde*).

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 14 janvier 1907 à l'observatoire de Phu-Lien (Tonkin).* Note de M. G. LE CADET, présentée par M. Mascart.

Cette éclipse se présentait comme partielle en Indo-Chine. A Phu-Lien, sa grandeur était $0^m,53$.

Je l'ai observée au moyen d'une lunette équatoriale de Dallmeyer de 129^{mm} d'ouverture et $2^m,15$ de distance focale. La coupole mobile de $2^m,50$ de rayon, construite dans l'atelier et par les ouvriers indigènes de l'observatoire, était à peine achevée. La lunette fut mise en place et orientée par mes soins. Je pus m'assurer, au cours d'une belle soirée, des excellentes qualités optiques de l'objectif (¹).

N'ayant pas de micromètre, je me suis servi d'un bon oculaire négatif de grossissement 65, portant une simple croisée de fils et muni d'une bonnette de teinte bleu verdâtre. J'ai en outre recouvert l'objectif d'un réseau en toile métallique fine.

Dans ces conditions, un thermomètre mis au lieu et place de l'œil, en avant de l'oculaire, s'équilibrait à 33°.

Le ciel était beau et d'un bleu mat. La définition des images était parfaite.

Les temps des contacts ont été relevés à l'œil et à l'oreille, sur un chronomètre de marine (Norris) régulièrement comparé et dont j'ai en outre déterminé la marche actuelle par des séries de hauteurs du Soleil mesurées au théodolite, avant et après l'éclipse.

J'ai noté le contact d'une petite tache près du bord ouest du Soleil.

Le bord de la Lune n'a atteint aucun des éléments visibles du grand groupe de taches (6 grandes et nombreuses petites) qui s'étendait sur la partie orientale du disque, un peu au sud de l'équateur. Ce groupe, vu à l'œil nu à travers une plaque photographique voilée, apparaissait comme une grande tache sombre.

(¹) Je dois faire remarquer qu'en raison de l'humidité excessive et vraisemblablement aussi d'une teneur élevée en acide carbonique, de l'atmosphère, les surfaces optiques s'altèrent rapidement dans cette région. Pour éviter les taches dites de *rouille* qui envahissent et ternissent ces surfaces, dans les grands instruments exposés sous des coupoles, on doit s'astreindre à retirer et à enfermer soigneusement toutes les parties optiques délicates, dans l'intervalle des observations, pour peu du moins que cet intervalle paraisse devoir s'étendre à plusieurs jours.

Vingt minutes après le premier contact, j'ai noté une inflexion vers l'extérieur de deux pointes de l'échancrure du disque solaire.

Les contacts ont été très nets. Les temps notés sont :

	h m s
Premier contact : commencement	0.37.28,3
Deuxième contact : fin	3. 8.16,3
Contact petite tache W	0.42.43

Ces temps sont exprimés en temps moyen du lieu d'observation (Equatorial) dont les coordonnées adoptées sont : longitude est de Paris $6^h57^m9^s,0$, latitude nord $20°48'25''$, altitude 100^m.

Pendant l'éclipse, M. Maire, Rédacteur-comptable de l'observatoire, faisant fonction d'assistant, suivait le phénomène à une petite lunette et donnait des *tops* toutes les cinq minutes pour que les lectures des instruments météorologiques fussent faites simultanément par les observateurs annamites du Service, préalablement exercés.

J'ai contrôlé par les enregistreurs, calculé et comparé ces résultats qui ont été réunis dans des diagrammes.

L'actinomètre à boules conjuguées de Violle a marqué un affaiblissement de la radiation qui mesure, pour ainsi dire, la grandeur de l'éclipse. Au moment du maximum, la différence de température des deux boules s'est abaissée jusqu'à 4°,9, alors que, suivant la variation régulière, elle se fût maintenue à, au moins, 10°.

La température de l'air s'est abaissée d'une quantité qui se mesure en rétablissant le maximum régulier par une courbe parallèle à la moyenne des jours beaux du mois de janvier : ces jours comprenant le 14, dont la température était supérieure à la normale.

Ce refroidissement peut ainsi être évalué à 2°,5. Il a été accompagné d'une augmentation corrélative de l'humidité relative.

L'affaiblissement de la radiation solaire a provoqué ce refroidissement de l'air qui a en partie persisté après l'éclipse et a eu pour conséquence une modification correspondante de l'oscillation barométrique diurne. La pression a remonté avant d'avoir atteint son minimum régulier, au-dessus duquel elle s'est maintenue à environ $0^{mm},6$.

Cette perturbation dans la variation barométrique diurne, si généralement régulière dans nos régions, paraît se rapporter certainement à la perturbation thermique de l'atmosphère, c'est-à-dire à la modification de l'*onde diurne* barométrique sous l'influence de l'éclipse. Mais il importerait de

savoir quelle serait cette influence dans les diverses phases de la période diurne.

Dans ce but et au point de vue de la mécanique de l'atmosphère, l'observation précise du baromètre dans les régions tropicales, au cours des éclipses de Soleil, présente donc un certain intérêt.

ASTRONOMIE. — *Sur les distances des satellites d'Uranus et de Jupiter.* Note de M. **Émile Belot**, présentée par M. H. Poincaré.

La précision avec laquelle la loi de distribution présentée à l'Académie (Note du 4 décembre 1905) s'applique aux systèmes de Jupiter et d'Uranus (voir le Tableau suivant) permet de déduire quelques conséquences intéressantes concernant les distances des satellites de ces planètes : la formule à deux paramètres applicable à chaque système est indiquée dans le même Tableau :

Système de Jupiter : $x_n - 0,8 = 1,717^n$.

N^os.	Distances calculées.	Distances observées.
1. V	2,517	2,55
2.	3,747	»
3. I	5,860	5,933
4. II	9,486	9,439
5. III	15,710	15,057
6. IV	26,40	26,486
7.	44,74	»
8.	76,24	»
9. VI, VII	130,31	159-167

Système d'Uranus : $x_n - 4,9 = 1,496^n$.

N^os.	Distances calculées.	Distances observées.	D'après Herschel.	
1.	6,396	»	»	»
2. Ariel	7,138	7,04	»	»
3.	8,245	»	»	»
4. Umbriel	9,908	9,91	»	»
5.	12,390	»	12,42	13,120
6. Titania	16,105	16,11	16,11	17,022
7.	»	»	18,78	19,845
8. Obéron	21,66	21,54	21,53	22,752
9.	42,43	»	43,07	45,507
11.	88,89	»	86,13	91,008

Pour les satellites d'Uranus, la dernière colonne contient les valeurs des distances données par Herschell d'après Laplace (t. VI, livre II), valeurs qui dans l'avant-dernière colonne sont réduites d'après le diamètre actuellement admis pour Uranus. On voit que trois des satellites indiqués par Herschel, et non revus depuis, se trouvent très exactement aux distances théoriques.

Les satellites de Jupiter donnent lieu aux remarques suivantes :

L'accélération du périjove du satellite V trouvée par M. Barnard pour-

rait s'expliquer par la présence de masses satellites à la distance théorique 3,747.

La divergence constatée entre le calcul et l'observation pour les nouveaux satellites VI, VII tient à ce fait qu'ils sont situés dans un plan faisant avec celui des autres satellites un angle de 32° environ.

L'exactitude des distances calculées pour les cinq premiers satellites semble en défaut pour le satellite III; mais, si les distances théoriques sont les distances primitives, on peut admettre qu'elles sont peu éloignées de satisfaire à la relation démontrée par Laplace entre les moyens mouvements des satellites I, II, III :

$$n_1 + 2n_3 = 3n_2. \quad (1)$$

En effet Laplace s'exprime ainsi (*Mécanique céleste*, t. XI, p. 59): « Il est contre toute vraisemblance de supposer que les satellites I, II, III ont été placés primitivement aux distances qu'exige la relation (1); il suffit qu'ils en aient été peu éloignés et alors leur attraction mutuelle établit entre leurs moyens mouvements cette égalité rigoureuse. »

En substituant dans l'égalité (1) les distances a_1, a_2, a_3 aux moyens mouvements, on a par la troisième loi de Képler

$$a_1^{-\frac{3}{2}} + 2a_3^{-\frac{3}{2}} = 3a_2^{-\frac{3}{2}},$$

d'où en différentiant

$$\frac{da_3}{da_1} = -\frac{1}{2}\left(\frac{a_3}{a_1}\right)^{\frac{5}{2}} + \frac{3}{2}\left(\frac{a_3}{a_2}\right)^{\frac{5}{2}}\frac{da_2}{da_1}.$$

Mais le Tableau précédent donne

$$da_1 = 0{,}073 \qquad \text{et} \qquad da_2 = -0{,}047;$$

on trouve par suite, en prenant les valeurs moyennes de a_1, a_2, a_3,

$$da_3 = -0{,}6389.$$

La distance actuelle du satellite III serait donc, en partant de la distance primitive 15,710

$$15{,}710 - 0{,}6389 = 15{,}071,$$

valeur très peu différente de la distance réelle 15,057.

Ainsi l'écart trouvé dans la distance du satellite III, loin d'être imputable

à l'inexactitude de la loi de distribution, est au contraire en parfaite concordance avec les variations de distance nécessitées par la relation (1).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la nature analytique des solutions de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre.* Note de M. CHARLES GOLDZIHER, présentée par M. Émile Picard.

1. En suivant la méthode de M. Hilbert pour les intégrales simples, généralisée par Mlle Gernet (*Thèse de Göttingen*, 1902, p. 15-19) pour le cas de deux fonctions d'une variable x, on arrive à une importante proposition qui joue un rôle intéressant dans la théorie des problèmes de variations à deux dimensions. En transformant la première variation de l'intégrale double (où u_x et u_y désignent les dérivées partielles de u),

$$(1) \qquad I = \int\int F(u_x, u_y, u; x, y)\, dx\, dy \ldots$$

à la manière de P. du Bois-Reymond, on déduit de l'annulation de cette variation des équations qui mènent à une conclusion directe au point de vue de la nature analytique de u_x et u_y. On suppose seulement que F soit une fonction analytique de ses arguments, que les dérivées partielles du *premier* ordre de u soient continues et que u, comme solution d'un problème de limite, s'annule sur le bord du domaine envisagé. Nous démontrons que, si le problème de variation adjoint à (1) est *régulier* dans le sens de M. Hilbert (*Mathematische Probleme*, 19e problème), u est toujours analytique, c'est-à-dire que *la régularité du problème de variation est une restriction plus profonde que la nature analytique de sa solution*. On peut donner ainsi une démonstration fondée *directement* sur le calcul des variations pour le dix-neuvième problème de M. Hilbert.

Ce résultat, qui est intimement lié aux théorèmes connus de M. Picard, de MM. Holmgren et Bernstein sur la nature analytique des solutions de certaines équations aux dérivées partielles du second ordre, est donc une perspective pour toutes les équations de ce genre, qui résultent comme équations de Lagrange du premier problème. Nous donnons de plus la réponse à la question importante : pourquoi rencontre-t-on dans les recherches générales une si grande différence méthodique entre les restrictions nécessaires pour l'existence unique de la solution d'une part et pour

la démonstration de sa nature analytique d'autre part? On verra que le dernier problème mène à une condition plus large que les recherches d'existence, qui dépendent de la régularité du problème de variation adjoint.

Le point essentiel de notre Note est de montrer que, pour la démonstration de la nature analytique, il suffit que le problème de variations soit résoluble dans le sens de Legendre. Plus précisément, le problème de variations est dit *régulier* si

$$(a) \qquad F_{pp}F_{qq} - F_{pq}^2 > 0 \qquad (p = u_x,\ q = u_y);$$

le problème est dit *résoluble* dans le sens de Legendre si

$$(b) \qquad F_{pp}F_{qq} - F_{pq}^2 \neq 0.$$

2. La première variation de (1)

$$\delta I(u, v) = \iint (v_x F_p + v_y F_q + v F_u)\, dx\, dy,$$

dans laquelle v, comme fonction de variation, possède la même nature fonctionnelle que u (transformée d'après la manière de du Bois-Reymond), mène à la forme suivante :

$$(2) \qquad \begin{cases} \delta I(u, v) = \displaystyle\iint \Big\{ v_x\Big[F_p - \frac{1}{2}\Big(\int^x F_u\, dx\Big)\Big] \\ \qquad\qquad + v_y\Big[F_q - \frac{1}{2}\Big(\int^y F_u\, dy\Big)\Big]\Big\}\, dx\, dy. \end{cases}$$

En postulant que

$$\delta I(u, v) = 0,$$

un lemme de M. Mason (*Math. Annalen*, t. LXI, p. 450-452) et l'application du procédé de Mlle Gernet (*loc. cit.*) conduisent, dans notre cas, au résultat suivant :

$$(3) \qquad \begin{cases} F_p = \varphi(x) + \chi_1(y), \\ F_q = \psi(y) + \chi_2(x), \end{cases}$$

où

$$\varphi(x) = \frac{1}{2}\int^x F_u\, dx, \qquad \psi(y) = \frac{1}{2}\int^y F_u\, dy$$

sont des fonctions dérivables de leurs arguments et où les fonctions χ sont des fonctions continues.

En construisant l'inversion de Cauchy de (3) :

$$(4)\qquad \begin{cases} p = u_x = \Phi_1[x, y, u; \varphi(x), \chi_1(y)], \\ q = u_y = \Phi_2[x, y, u; \psi(y), \chi_2(x)], \end{cases}$$

on trouve, avec la condition que F est une fonction analytique, que, si

$$(b)\qquad \begin{vmatrix} F_{pp} & F_{pq} \\ F_{qp} & F_{qq} \end{vmatrix} = F_{pq}F_{qq} - F_{pq}^2 \neq 0,$$

u_x et u_y sont des fonctions analytiques respectivement par rapport à x et par rapport à y.

De plus, on démontre d'une manière analogue l'existence des dérivées supérieures comme fonctions analytiques, c'est-à-dire si (b) est vérifié, u est une fonction analytique de x, y.

3. Cette méthode est applicable à toutes les équations qui résultent comme équations de Lagrange des problèmes de variation. Si le problème est régulier (un point qu'on peut étudier avec la méthode d'indépendance de M. Hilbert), la nature analytique de la solution en résulte sans d'autres recherches, quelquefois assez pénibles. Nous croyons qu'il n'est pas nécessaire d'en citer des exemples bien connus dans la théorie des équations aux dérivées partielles du second ordre, jouant un rôle important dans les applications.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur le développement des fonctions hyperelliptiques en séries trigonométriques.* Note de M. **Z. Krygowski**, présentée par M. Émile Picard.

La méthode de M. Appell (voir *Acta mathematica*, t. XIII) permet d'obtenir les développements des cinq premières fonctions

$$\frac{\vartheta_\mu^2(v_1, v_2)}{\vartheta_5^2(v_1, v_2)} = c_\mu(\alpha_\mu - x_1)(\alpha_\mu - x_2) \qquad (\mu = 0, 1, \ldots, 4)$$

hyperelliptiques fondamentales du premier ordre en séries trigonométriques. Il n'en est pas de même pour les dix autres fonctions fondamentales, dont la forme d'après Weierstrass est la suivante :

$$\frac{\vartheta_{\mu\nu}^2(v_1, v_2)}{\vartheta_5^2(v_1, v_2)} = c_{\mu\nu}\frac{(\alpha_\mu - x_1)(\alpha_\mu - x_2)(\alpha_\nu - x_1)(\alpha_\nu - x_2)}{(x_1 - x_2)^2} \times \left[\frac{\sqrt{R(x_1)}}{(\alpha_\mu - x_1)(\alpha_\nu - x_1)} - \frac{\sqrt{R(x_2)}}{(\alpha_\mu - x_2)(\alpha_\nu - x_2)}\right]^2;$$
$$(\mu, \nu = 0, 1, \ldots, 4;\ \mu < \nu),$$

où $c_{\mu\nu}$, ainsi que c_μ plus haut, désignent des constantes, dont les valeurs sont bien connues (voir, par exemple, *Journal de Crelle*, t. 112, p. 89). En effet, il est aisé de voir que, dans l'intégrale double donnant le coefficient général du développement, les intégrales ne se séparent pas, ce qui arrive dans tous les cas considérés par M. Appell. Nous évitons ces difficultés par l'introduction des intégrales de seconde espèce.

Prenons d'abord les deux intégrales normales de première espèce sous la forme

$$\int \frac{A_{11}+A_{12}x}{\sqrt{R(x)}}dx, \quad -\int \frac{A_{21}+A_{22}x}{\sqrt{R(x)}}dx,$$

et le système des équations hyperelliptiques sous la forme

$$\int_{\alpha_1}^{x_1}\frac{dx}{\sqrt{R(x)}}+\int_{\alpha_3}^{x_2}\frac{dx}{\sqrt{R(x)}} = 2\omega_{11}v_1+2\omega_{12}v_2,$$

$$\int_{\alpha_1}^{x_1}\frac{x\,dx}{\sqrt{R(x)}}+\int_{\alpha_3}^{x_2}\frac{x\,dx}{\sqrt{R(x)}} = 2\omega_{21}v_1+2\omega_{22}v_2,$$

$$R(x)=(x-\alpha_0)(x-\alpha_1)(x-\alpha_2)(x-\alpha_3)(x-\alpha_4)$$
$$=\gamma_0+\gamma_1x+\gamma_2x^2+\gamma_3x^3+\gamma_4x^4+x^5,$$
$$\alpha_0>\alpha_1>\alpha_2>\alpha_3>\alpha_4>0,$$

on aura pour périodes des intégrales normales respectivement

$$\begin{array}{cccc} 1, & 0, & \tau_{11}, & \tau_{12}, \\ 0, & 1, & \tau_{12}, & \tau_{22}, \end{array}$$

dont les valeurs seront

$$\omega\tau_{11}=\omega_{22}\omega'_{11}-\omega_{12}\omega'_{21}; \qquad \omega_{22}\tau_{22}=\omega_{11}\omega'_{22}-\omega_{21}\omega'_{12};$$

$$\omega\tau_{12}=\omega_{22}\omega'_{12}-\omega_{12}\omega'_{22}=\omega_{11}\omega'_{21}-\omega_{21}\omega'_{11}; \qquad \omega=\omega_{11}\omega_{22}-\omega_{12}\omega_{21}\neq 0,$$

$$\omega_{11}=-\int_{\alpha_1}^{\alpha_2}\frac{dx}{\sqrt{R(x)}}; \qquad \omega_{12}=\int_{\alpha_3}^{\alpha_4}\frac{dx}{\sqrt{R(x)}}; \quad \omega_{21}=-\int_{\alpha_1}^{\alpha_2}\frac{x\,dx}{\sqrt{R(x)}}; \qquad \omega_{22}=\int_{\alpha_3}^{\alpha_4}\frac{x\,dx}{\sqrt{R(x)}};$$

$$\omega'_{11}=-i\int_{\alpha_0}^{\alpha_1}\frac{dx}{\sqrt{-R(x)}}; \qquad \omega'_{12}=-i\int_{\alpha_0}^{\alpha_1}\frac{dx}{\sqrt{-R(x)}}+i\int_{\alpha_2}^{\alpha_3}\frac{dx}{\sqrt{-R(x)}};$$

$$\omega'_{21}=-i\int_{\alpha_0}^{\alpha_1}\frac{x\,dx}{\sqrt{-R(x)}}; \qquad \omega'_{22}=-i\int_{\alpha_0}^{\alpha_1}\frac{x\,dx}{\sqrt{-R(x)}}+i\int_{\alpha_2}^{\alpha_3}\frac{x\,dx}{\sqrt{-R(x)}};$$

et où $\sqrt{\pm R(x)}$ désigne la valeur numérique positive de la racine carrée. De plus on aura

$$2\omega A_{11}=\omega_{22}; \qquad 2\omega A_{12}=-\omega_{12}; \qquad 2\omega A_{21}=\omega_{21}; \qquad 2\omega A_{22}=-\omega_{11}.$$

Appelons de même respectivement les périodes de deux intégrales de seconde espèce

$$\int \frac{x^2\,dx}{\sqrt{R(x)}}, \quad \int \frac{x^3\,dx}{\sqrt{R(x)}},$$

$$\begin{matrix} \eta_{11}, & \eta_{12}, & \eta'_{11}, & \eta'_{12}, \\ \eta_{21}, & \eta_{22}, & \eta'_{21}, & \eta'_{22}, \end{matrix}$$

on aura alors des formules de M. Weber (voir *J. de Crelle*, t. 82), écrites sous une forme un peu modifiée,

$$\text{(A)} \qquad \frac{\partial \log \mathfrak{S}_5(v_1, v_2)}{\partial v_\alpha} = Z_\alpha(v_1, v_2) + \omega_{1\alpha} \frac{\sqrt{R(x_1)} - \sqrt{R(x_2)}}{x_1 - x_2} \qquad (\alpha = 1, 2),$$

où (α ayant les valeurs 1 et 2)

$$Z_\alpha(v_1, v_2) = \sum_{i=1}^{i=2} \int_{\alpha_{2i-1}}^{x_i} \frac{2\gamma_4\eta_{1\alpha} + 3\eta_{2\alpha} + 2\gamma_3\omega_{2\alpha} + (\eta_{1\alpha} - 2\gamma_3\omega_{1\alpha})x - 2(\omega_{2\alpha} + 2\gamma_4\omega_{1\alpha})x^2 - 6\omega_{1\alpha}x^3}{4\sqrt{R(x)}}\,dx.$$

Dans le second membre de l'équation (A) on peut obtenir le développement de la fonction $(x_1 - x_2)^{-1}\left[\sqrt{R(x_1)} - \sqrt{R(x_2)}\right]$, du type étudié par M. Appell (*loc. cit.*, p. 139); quant aux fonctions $Z_\alpha(v_1, v_2)$, elles jouissent de la propriété

$$Z_\alpha(v_1 + 1, v_2 + 1) = Z_\alpha(v_1, v_2);$$

$$Z_\alpha(v_1 + \tau_{\beta 1}, v_2 + \tau_{\beta 2}) = Z_\alpha(v_1, v_2) - 2\pi i\,\varepsilon_{\alpha\beta}; \qquad (\alpha, \beta = 1, 2);$$

$$\varepsilon_{\alpha\beta} = \begin{cases} 1, & \text{quand } \alpha = \beta, \\ 0, & \text{quand } \alpha \neq \beta; \end{cases}$$

et elles peuvent être aussi développées en séries trigonométriques par une voie analogue à celle de M. Appell.

En posant

$$\text{(A')} \qquad \frac{\partial \log \mathfrak{S}_5(v_1, v_2)}{\partial v_\alpha} = \sum_{(n_1, n_2) = -\infty}^{+\infty} P^{(\alpha)}_{n_1, n_2} e^{2n_1\pi i v_1 + 2n_2\pi i v_2} \qquad (\alpha = 1, 2),$$

on aura les formules

$$\text{(B)} \qquad \begin{cases} P^{(1)}_{n_1, n_2} = (-1)^{n_2}\, 2\pi i \dfrac{\pi_1 A_{21} + \pi_2 A_{22}}{e^{\pi i(n_1\tau_{12} + n_2\tau_{22})} - e^{-\pi i(n_1\tau_{12} + n_2\tau_{22})}}, \\ P^{(2)}_{n_1, n_2} = (-1)^{n_2}\, 2\pi i \dfrac{\pi_1 A_{11} + \pi_2 A_{12}}{e^{\pi i(n_1\tau_{12} + n_2\tau_{22})} - e^{-\pi i(n_1\tau_{12} + n_2\tau_{22})}} \end{cases}$$

où l'on a

$$\pi_1 = \psi(n_1, n_2) + \psi(-n_1, -n_2), \qquad \psi(n_1, n_2) = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{dx}{\sqrt{R(x)}} e^{V(x)},$$

$$\pi_2 = \psi'(n_1, n_2) + \psi'(-n_1, -n_2), \qquad \psi'(n_1, n_2) = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} \frac{x\,dx}{\sqrt{R(x)}} e^{V(x)},$$

$$V(x) = 2n_1\pi i \int_{\alpha_1}^{x} \frac{A_{11} + A_{12}x}{\sqrt{R(x)}} dx - 2n_2\pi i \int_{\alpha_1}^{x} \frac{A_{21} + A_{22}x}{\sqrt{R(x)}} dx.$$

Les formules (B) sont valables pour toutes les valeurs de n_1 et n_2, excepté le cas de $n_1 = n_2 = 0$, cas qui se traite directement. La valeur de $P_{0,0}^{(\alpha)}$ n'est pas pour la suite nécessaire. Les développements des dix autres fonctions en question s'obtiennent à l'aide d'une formule de M. Baker (voir *Abelian Functions*, p. 329)

$$\frac{\vartheta_{\mu\nu}^2(v_1, v_2)}{\vartheta_5^2(v_1, v_2)} = c_0^{(\mu,\nu)} + \sum_{(\alpha,\beta)} c_{\alpha,\beta}^{(\mu,\nu)} \frac{\partial^2 \log \vartheta_5(v_1, v_2)}{\partial v_\alpha \, \partial v_\beta}$$

où les constantes $c_0^{(\mu,\nu)}$, $c_{\alpha\beta}^{(\mu,\nu)}$ sont connues et où entrent les secondes dérivées logarithmiques des fonctions thêta. Le développement de ces dernières fonctions s'obtient par différentiation des séries (A'). On voit donc finalement que le développement des quinze fonctions hyperelliptiques du premier ordre n'exige que l'introduction d'une seule constante inconnue π_1 ou π_2 respectivement d'ailleurs variable avec n_1 et n_2. En effet, ces deux constantes étaient déjà rencontrées par M. Appell dans les développements de deux fonctions symétriques $x_1 x_2$ et $x_1 + x_2$, on a entre elles la relation trouvée par M. Appell (*loc. cit.*, p. 121-122)

$$\pi_1(n_1 A_{11} - n_2 A_{21}) + \pi_2(n_1 A_{12} - n_2 A_{22}) = 0,$$

qui se trouve vérifiée ici en comparant les deux valeurs de $\frac{\partial^2 \log \vartheta_5(v_1, v_2)}{\partial v_1 \, \partial v_2}$.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire.* Note de M. E. **Barré**.

Dans l'énoncé du théorème IV qui termine ma précédente Communication sur ce sujet, j'ai fait abstraction d'une solution constituée par des surfaces engendrées par une hélice imaginaire dont le plan de base est tangent au cercle de l'infini. Cette solution se présente dans d'autres questions que nous rencontrerons dans la suite. J'en ferai toujours abstraction dans mes énoncés.

IV. *Composantes d'un deplacement élémentaire suivant la tangente à l'hélice génératrice qui passe par son origine et suivant la tangente à la trajec-*

toire orthogonale de celle-ci passant en ce point. — Soit i l'inclinaison du déplacement sur l'hélice, on aura

$$(1)\quad \begin{cases} ds\cos i = (\rho^2+K^2)^{\frac{1}{2}}d\varphi \\ \qquad + (L\rho+KN)(\rho^2+K^2)^{-\frac{1}{2}}dt;\ ds\sin i = \dfrac{H\,dt}{(\rho^2+K^2)^{\frac{1}{2}}}. \end{cases}$$

V. *Courbure normale et torsion géodésique.* — Si l'on pose

$$(2)\quad \begin{cases} \dfrac{d\psi}{ds} = \dfrac{\left(\dfrac{\partial W}{\partial\varphi}-1\right)\cos i}{(\rho^2+K^2)^{\frac{1}{2}}} - \dfrac{\sin i}{H(\rho^2+K^2)^{\frac{1}{2}}} \\ \qquad \times \left\{ \begin{array}{l} (\rho^2+K^2)\left\{r+\cot V[p\cos(\varphi-W)+q\sin(\varphi-W)]-\dfrac{\partial W}{\partial t}\right\} \\ \quad +(L\rho+KN)\left(\dfrac{\partial W}{\partial\varphi}-1\right) \end{array} \right\}, \\ \dfrac{dX}{ds} = \dfrac{\partial V}{\partial\varphi}\cos i(\rho^2+K^2)^{-\frac{1}{2}} + \dfrac{\sin i}{H(\rho^2+K^2)^{\frac{1}{2}}} \\ \qquad \times \left\{ \begin{array}{l} (\rho^2+K^2)\left[\dfrac{\partial V}{\partial t}+p\sin(\varphi-W)-q\cos(\varphi-W)\right] \\ \quad -(L\rho+KN) \end{array} \right\}, \\ P = \dfrac{(K^2+\rho^2)^{\frac{1}{2}}}{\rho}, \qquad Q = \dfrac{\rho\cos i}{(\rho^2+K^2)^{\frac{1}{2}}} - \dfrac{K\sin i\sin V\cos W}{(\rho^2+K^2)^{\frac{1}{2}}}. \end{cases}$$

En désignant par $\frac{1}{R_n}$ la courbure normale et $\frac{1}{T_g}$ la torsion géodésique, on obtient les formules suivantes :

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{R_n} = \dfrac{dX}{ds}\left[\dfrac{\sin i\cos W}{P}(\sin^2 V+P^2\cos^2 V)+\dfrac{K\sin V\cos i}{P\rho}-Q\cos V\sin W\right] \\ \qquad -\dfrac{d\psi}{ds}(P\sin i\sin V\sin W+Q\sin V\cos W), \\ \dfrac{1}{T_g} = \dfrac{dX}{ds}(Q\cos W+P\sin i\cos V\sin W)+\dfrac{d\psi}{dt} \\ \qquad \times\left[\begin{array}{l} \rho\cos i(K\sin V-\rho\cos V\sin W) \\ \quad +\sin i\cos W(\rho^2+\rho K\sin V\cos V\cos W+K^2\cos^2 V) \end{array}\right]\dfrac{\sin V}{\rho(\rho^2+K^2)^{\frac{1}{2}}}. \end{cases}$$

VI. *Courbure géodésique.* — Parmi les diverses formes qu'on peut donner à cette expression, je me borne à indiquer la suivante $\left(\frac{1}{\rho_g}\right.$ désigne la courbure géodésique$\left.\right)$:

$$(4)\quad \frac{H\sqrt{G}}{\rho_g} = \cos i\left[\frac{\partial F}{\partial\varphi}-KK'-\rho\rho'+H\frac{\partial i}{\varphi}\right]+\sin i\left(\frac{\partial H}{\partial\varphi}+G\frac{\partial i}{\partial t}-F\frac{\partial i}{\partial\varphi}\right).$$

VII. *La condition nécessaire et suffisante pour que l'hélice génératrice admette une enveloppe* est que les équations

$$(5) \qquad M = 0, \qquad KL - N\rho = 0,$$

considérées comme définissant φ en fonction de t, admettent une solution commune $\varphi = \Phi(t)$. S'il en est ainsi, à chaque solution de cette forme correspond une courbe tangente aux diverses génératrices : c'est l'arête de rebroussement de la surface.

VIII. *Répartition de la normale à la surface aux divers points d'une même génératrice.*

1. Angle du plan de base de la génératrice avec le plan tangent.

Dans le cas des éléments réels les énoncés suivants se rapportent à l'angle aigu. Je le désigne par la notation (V).

Théorème V. — *L'angle* (V) *du plan tangent en un point d'une génératrice avec le plan de base de celle-ci n'est jamais nul. Il a un minimum donné par la formule*

$$\operatorname{tang} V = \left|\frac{K}{\rho}\right| \text{ [1]},$$

obtenu pour les points de la génératrice satisfaisant à la relation

$$KL - N\rho = 0$$

et dont les coordonnées n'annulent pas la fonction M.

Définitions. — J'appelle *points centraux de première espèce* les points d'une génératrice satisfaisant à la relation $KL - N\rho = 0$. Quand la génératrice varie ils engendrent les *diverses branches de la ligne de striction de première espèce.*

Ces points sont donc ceux correspondant au minimum de (V) et ceux satisfaisant aux deux relations (5). Ces derniers sont en général isolés; dans le cas où ils forment une arête de rebroussement celle-ci devra donc être considérée comme faisant partie de la ligne de striction. Ce sont d'ailleurs dans tous les cas des points singuliers de la surface.

Autre définition. — Quand les hélices génératrices conservent même direction d'axe, je dis que *la surface est à plan directeur d'hélices ou simplement (quand aucune confusion n'est à craindre) à plan directeur.*

---

[1] D'une façon générale on a : $\operatorname{tang}^2 V = \dfrac{K^2}{\rho^2} + \left(\dfrac{KL - \rho N}{M}\right)^2$.

THÉORÈME VI. — *En général, l'angle* (V) *ne tend pas vers une limite déterminée quand le point de contact du plan tangent considéré s'éloigne indéfiniment sur une hélice génératrice.*

Il y a exception et cet angle devient droit si le point décrit une génératrice dont le plan de base soit stationnaire en direction (le mouvement élémentaire du plan du cercle principal se réduit à une translation) et dont le pas ait au même instant une variation différente de zéro.

Si le pas était stationnaire en même temps que le plan de base l'angle (V) n'aurait point de limite, à moins que l'axe de l'hélice considérée ne soit tangent au lieu du centre du cercle principal au centre de la position correspondante de celui-ci. Cette limite sera généralement différente d'un droit et se réduit à cette valeur si, outre les conditions précédentes, la variation du rayon du cercle principal de l'hélice génératrice est nulle.

COROLLAIRE. — *Pour toute surface à plan directeur d'hélice à pas variable, l'angle* (V) *du plan tangent en un point d'une génératrice avec le plan directeur tend vers un droit lorsque le point de contact s'éloigne indéfiniment sur la génératrice* (sauf pour quelques génératrices exceptionnelles).

2. *Définition des hélicoïdes de seconde espèce.* — J'appelle ainsi les surfaces, généralisation immédiate des hélicoïdes, définies par les équations semi-polaires

$$(6) \qquad x = \rho\cos\varphi, \qquad y = \rho\sin\varphi, \qquad z = f(\rho) + K(\rho).\varphi.$$

Dans le cas particulier où la fonction $K(\rho)$ se réduit à une constante, on retrouve les hélicoïdes ordinaires. On retrouve ces surfaces dans l'étude de diverses questions intéressantes.

NOMOGRAPHIE. — *Sur la représentation de l'équation d'ordre nomographique* 3 *la plus générale par un nomogramme conique.* Note de M. **MAURICE D'OCAGNE**, présentée par M. G. Humbert.

Je rappelle que l'équation d'ordre nomographique 3 la plus générale est celle qui s'écrit

$$(1) \qquad A f_1 f_2 f_3 + \Sigma B_i f_j f_k + \Sigma C_i f_i + D = 0,$$

où f_i représente une fonction de la seule variable z_i, et, reprenant les nota-

tions employées dans mes précédentes recherches (1), je pose encore

$$F_0 = \Sigma B_i C_i - AD,$$
$$E_i = AC_i - B_j B_k, \qquad F_i = F_0 - 2 B_i C_i, \qquad G_i = B_i D - C_j C_k,$$

ce qui donne, quel que soit i, d'une part,

$$F_i^2 - 4 E_i G_i = \Delta,$$

Δ étant le discriminant de la forme (1), et, d'autre part (2),

$$F_j B_i + 2 E_j C_k = F_k B_i + 2 E_k C_j = H_i,$$
$$AF_i + 2 E_i B_i = K,$$

en posant encore

$$B_i(F_0 - 2 B_j C_j - 2 B_k C_k) + 2 AC_j C_k = H_i,$$
$$AF_0 - 2 B_1 B_2 B_3 = K.$$

Dans une Communication récente (3), nous avons fait voir que la construction d'un nomogramme à 3 échelles rectilignes pour une équation de ce genre, lorsqu'elle est possible sans anamorphose non projective ($\Delta \geqq 0$), résulte tout entière de la connaissance des valeurs critiques σ_i des fonctions f_i qui sont celles rendant, par couples, la valeur de la troisième fonction indéterminée. Nous avons fait voir que ces valeurs critiques sont les racines des équations

$$E_i \sigma_i^2 - F_i \sigma_i + G_i = 0,$$

racines réparties en deux groupes (σ') et (σ'') tels que les trois valeurs critiques d'un même groupe donnent aux covariants

(2) $$\varphi_i = 2 E_i f_i - F_i$$

la même valeur : $+\sqrt{\Delta}$ pour le groupe (σ'), $-\sqrt{\Delta}$ pour le groupe (σ''). Nous disions, à la fin de cette Note, que ces valeurs critiques jouaient également un rôle important dans la constitution des nomogrammes coniques (4) (applicables *dans tous les cas* à la représentation d'une équation telle que (1), ainsi que M. Clark l'a établi le premier) (5).

---

(1) *Acta mathematica*, t. XXI, 1897, p. 301 et *Traité de Nomographie*, p. 438.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1er sem. 1906, p. 990.

(3) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1er sem. 1907, p. 190.

(4) Ces nomogrammes comprennent, rappelons-le, deux échelles coniques ayant même support et une échelle rectiligne.

(5) La démonstration de ces résultats, ainsi que de ceux de notre précédente Communication, sera donnée dans le volume en préparation qui contiendra le développement de notre Cours libre de Nomographie de la Sorbonne.

Elles nous ont en effet conduit à reconnaître qu'il suffit, pour mettre l'équation (1) sous la forme canonique correspondant à ce nouveau mode de représentation, de substituer aux deux fonctions f_i, dont les échelles doivent être portées sur le support conique, les fonctions φ_i correspondantes. Si, par exemple, on choisit f_1 et f_2, on fera les substitutions

$$f_1 = \frac{\varphi_1 + F_1}{2E_1}, \qquad f_2 = \frac{\varphi_2 + F_2}{2E_2},$$

et l'on trouvera que l'équation prend la forme requise

$$\varphi_1\varphi_2(Af_3 + B_3) + (\varphi_1 + \varphi_2)(Kf_3 + H_3) + L_3 f_3 + M_3 = 0,$$

où

$$L_3 = AF_1F_2 + 2B_1E_1F_2 + 2B_2E_2F_1 + 4C_3E_1E_2,$$
$$M_3 = BF_1F_2 + 2C_1E_2F_1 + 2C_2E_1F_2 + 4D\,E_1E_2.$$

Mais, du moment que l'on sait que cette substitution produit la réduction voulue, il est inutile d'effectuer aucun calcul. Il suffit de retenir de là que les valeurs de z_1 et z_2 correspondant à un même point du support conique sont liées par la relation

$$2E_1f_1 - F_1 = 2E_2f_2 - F_2. \tag{3}$$

On peut, comme l'a remarqué M. Clark, construire l'une des échelles coniques (z_1) ou (z_2) en s'en donnant arbitrairement quatre points, par application du théorème général que nous avons précédemment fait connaître [1], d'après lequel, si l'on projette une telle échelle conique à partir de l'un quelconque de ses points, le faisceau ainsi obtenu est un faisceau projetant de la fonction f_i.

Mais il y a plus. Si le support rectiligne **D** de la troisième échelle (z_3) coupe le support conique **C** commun à (z_1) et (z_2) en des points I et J réels, c'est-à-dire si les valeurs critiques σ sont réelles $(\Delta > 0)$, on voit qu'en un de ces points sont réunies les valeurs σ''_1, σ''_2 sur **C**, σ'_3 sur **D**, en l'autre σ'_1, σ'_2 sur **C**, σ''_3 sur **D**. La construction de l'échelle conique (z_1) ou (z_2) faisant connaître I et J (qui sont des points cotés σ'_1 et σ''_1, ou σ'_2 et σ''_2) détermine donc en même temps la droite **D** sur laquelle ces points I et J sont cotés σ''_3 et σ'_3; un alignement quelconque (z_1, z_2) donnant sur **D** un troisième point (z_3) suffit, en outre, à déterminer entièrement cette échelle (z_3) puisqu'elle est projective de f_3.

(1) *Traité de Nomographie*, p. 142.

Si $\Delta = 0$, les valeurs σ'_i et σ''_i devenant égales, les points I et J se confondent; le support rectiligne **D** devient tangent au support conique **C**.

Si $\Delta < 0$, les σ'_i et σ''_i devenant imaginaires, **D** cesse de couper **C** en des points réels.

On voit de même que si, comme l'a également montré M. Clark, on représente l'équation (1) par des échelles (z_1), (z_2), (z_3) ayant pour support unique une cubique, les valeurs critiques viennent toutes se réunir au point double de cette cubique, celles d'un même groupe (σ') ou (σ'') devant être considérées comme affectées à une même branche, d'où il appert que, suivant que $\Delta > 0$, $\Delta = 0$ ou $\Delta < 0$, le support cubique, qui est évidemment unicursal, est crunodal, cuspidal ou acnodal.

Par là se trouve mise en lumière la raison intime, en quelque sorte, des diverses dispositions de supports, auxquelles, par une autre voie, était parvenu M. Clark.

Nous nous réservons de faire voir comment la considération des valeurs critiques conduit de même, intuitivement, aux remarquables nomogrammes à conique unique de M. Soreau.

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES. — *Intégromètre à lame coupante.* Note de M. Jacob, présentée par M. Maurice Levy.

Le principe de la lame coupante, déjà utilisé dans le planimètre de Pritz, permet de réaliser l'intégration numérique d'un certain nombre d'équations linéaires; la présente Note n'a en vue que les équations de Riccati et celles d'Abel.

Ces dernières sont de la forme

$$yy' = Ay^2 + By + C, \tag{1}$$

on ramène à ce type les suivantes

$$y'(\alpha y + \beta) = Ay^2 + By + C,$$
$$y' = (\alpha y + \beta)(Ay^2 + By + C),$$

les α, β, A, B, C étant des fonctions de la variable, données algébriquement, ou simplement par leurs valeurs numériques.

L'appareil comporte, en principe, une tige coudée, la partie verticale est terminée par une pointe a; sur la partie horizontale est placé un manchon

portant la lame coupante arrondie de sommet b. La distance $ab = \rho$ est la base de l'appareil. Pour l'intégration de l'équation de Riccati, le manchon est fixe et ab constant; pour l'intégration de l'équation d'Abel, le manchon est mobile et $ab = \rho$ varie d'après une loi que détermine une coulisse-guide de forme convenable.

Si l'on place l'appareil sur une feuille de dessin, puis que, la lame coupante ayant mordu dans le papier, on fasse suivre à a une courbe D dite *directrice*, la droite ab enveloppe une courbe E, ab est tangente à E en b.

x et y étant les coordonnées d'un point de la directrice, exprimée en fonction d'une variable t; ω l'angle de la base avec Ox, on trouve

$$\rho \frac{d\omega}{dt} - y' \cos\omega - x' \sin\omega = 0,$$

posant $u = \operatorname{tang}\frac{\omega}{2}$,

$$(1) \qquad 2\rho \frac{du}{dt} = y' u^2 - 2ux' - y'.$$

Si ρ est constant, (1) est une équation de Riccati.

Si $\rho = lu$, l étant une constante, c'est une équation d'Abel.

En mesurant l'angle ω, on connaîtra la valeur numérique $u = \operatorname{tang}\frac{\omega}{2}$ de l'intégrale de (1).

Pour calculer cette intégrale à partir de $t = t_0$, $u = u_0$, on placera la pointe à un point $(x_0 y_0)$ répondant à $t = t_0$, on donnera à la base la direction ω_0 telle que $\operatorname{tang}\frac{\omega_0}{2} = u_0$. On suivra la directrice avec la pointe a dans le sens convenable et l'on mesurera ω répondant aux valeurs de t pour lesquelles on veut connaître u.

Si l'on donne une équation de Riccati ou d'Abel de la forme générale, on commencera par réduire l'équation de Riccati à l'une des formes

$$u' = A u^2 + B u \mp A,$$

par la substitution $y = \lambda u$ et l'équation d'Abel à la forme

$$uu' = A u^2 + B u - A,$$

par la même substitution.

Dans ce dernier cas λ est déterminé par une équation linéaire, introduisant une constante dont le choix a un grand intérêt pratique.

L'identification de l'équation réduite avec (1) permettra de construire la directrice à l'aide de quadratures.

Si l'équation de Riccati se ramenait à la forme

$$u' = A u^2 + B u + A$$

dans un intervalle donné, on la comparerait à celle qui donne l'angle de la base avec la tangente à la directrice.

Cet intégromètre présente un intérêt particulier au point de vue de l'artillerie; il se trouve en effet que des questions très importantes y relatives dépendent d'équations d'Abel.

C'est ainsi qu'il permet d'aborder le calcul numérique rigoureux des questions suivantes :

1° Intégration de l'hodographe, quelle que soit la loi de résistance de l'air et l'angle de projection;

2° Problème balistique intérieur, quel que soit l'exposant de la pression qui règle la vitesse de combustion, et quel que soit le coefficient de détente;

3° Développement des pressions d'un explosif agissant comme torpille, quelle que soit la densité de chargement.

Un Mémoire complet donne les indications premières relatives à la façon de traiter ces divers sujets.

HYDRODYNAMIQUE. — *Action d'un courant aérien horizontal sur un tourbillon vertical.* Note de M. **Bernard Brunhes**, présentée par M. Mascart.

J'ai été conduit à rechercher par expérience quelle action mécanique exerce un courant aérien horizontal sur un tourbillon d'axe vertical, susceptible de se déplacer latéralement. J'ai reconnu que le phénomène obéit à la loi suivante :

Un courant horizontal exerce, sur un tourbillon vertical sinistrorsum *mobile, une force horizontale perpendiculaire au courant et dirigée vers sa gauche; la force est dirigée vers la droite du courant, si le tourbillon est* dextrorsum.

1. J'ai eu recours à l'appareil de Weyher pour la production d'un tourbillon vertical. Une caisse verticale carrée de 140^{cm} de haut et de 50^{cm} de côté a trois panneaux verticaux en bois, le quatrième est une glace devant laquelle se placera l'observateur. Au plafond est fixé un tambour que mettra en rotation, dans le sens voulu, une petite dynamo. Le tourbillon vertical est rendu visible par une fumée blanche de chlorhydrate d'ammo-

niaque, produite en plaçant sur le plancher de la caisse un cristallisoir plein d'acide, au milieu d'une capsule d'ammoniaque.

Sur un point de la colonne verticale de fumée, on lance un jet d'air provenant d'un ventilateur électrique et amené jusqu'au centre de la caisse par un tube de verre horizontal coudé, qui se termine par une branche A perpendiculaire à la glace, et s'arrêtant à quelques centimètres de l'axe. Avec un tourbillon *sinistrorsum* (en sens inverse des aiguilles d'une montre), l'observateur placé devant la glace voit la colonne dévier vers sa gauche à la hauteur du tube A, et, tout en continuant à s'infléchir et à osciller, se maintenir à la gauche du tube A, si le jet d'air est suffisant.

2. Un second tube B, exactement dans le prolongement du tube A, débouche en face de l'orifice de A, amenant de l'air qui s'écoule cette fois d'arrière en avant. Un jeu de robinets permet d'envoyer à volonté l'air du ventilateur par A ou par B. Le tourbillon étant *sinistrorsum* est dévié à gauche si l'air arrive par A et est dévié à droite si l'air arrive par B. Avec une rotation *dextrorsum* du tourbillon, on a les effets inverses, bien qu'il y ait lieu d'observer que l'on obtient et que l'on maintient moins aisément une belle colonne de fumée avec la rotation *dextrorsum* qu'avec la rotation *sinistrorsum*.

Pour un courant d'air de 30^{m} par seconde, le diamètre intérieur des tubes A et B étant de 8^{mm}, et pour une rotation du tambour de 1000 tours par minute et en soufflant sur la colonne verticale à 65^{cm} du sol, on a un déplacement moyen de 15^{mm} à 25^{mm}, quand on passe du tube A au tube B.

3. J'ai cherché à contrôler ces résultats par des mesures manométriques, avec une *prise de pression* qui permît d'explorer le champ hydrodynamique dans le tourbillon même et au voisinage. Cette prise de pression est l'extrémité d'un petit tube horizontal T recourbé verticalement, et qui peut subir deux déplacements, d'avant en arrière et de droite à gauche : le tube est relié par un caoutchouc à un manomètre à eau à branche inclinée donnant 1^{cm} environ de déplacement d'un niveau pour une variation de pression de 1^{mm} d'eau.

En déplaçant le tube T, on trouve un minimum de pression correspondant au cas où la petite branche verticale de ce tube est dans l'axe même du tourbillon. Si l'on dirige un jet d'air horizontal par A ou par B sur la branche verticale du tube T, mais en ayant soin de souffler un peu au-dessous de l'ouverture, de manière à ne pas exercer, par le jet, d'influence directe sur la pression à l'extrémité libre, on observe que le manomètre monte si l'on souffle soit en avant, soit en arrière. Pour retrouver un mi-

nimum de pression, il faut pousser ou tirer le tube T, de façon que son extrémité soit un peu à gauche de sa position initiale (8^{mm} à 10^{mm}); si l'on souffle d'avant en arrière par A, et si le tourbillon est *sinistrorsum;* et au contraire un peu à droite si l'on souffle d'arrière en avant par B.

Vient-on à fixer le tube explorateur T en une position telle que son extrémité soit à 8^{mm} à gauche de la position du minimum sans jet d'air, on a nettement une élévation de pression (de $\frac{3}{10}$ à $\frac{5}{10}$ de millimètre) quand on manœuvre les robinets de manière substituer le jet d'arrière au jet d'avant. On a l'effet inverse, toujours avec le tourbillon *sinistrorsum,* si l'on amène l'extrémité du tube explorateur à 8^{mm} ou 10^{mm} à droite de la position initiale du minimum de pression.

ÉLECTRICITÉ. — *Détermination directe de la valeur absolue de la charge électrique d'un ion électrolytique monovalent. — Diamètre d'un atome.* Note de M. **H. Pellat**, présentée par M. Lippmann.

On sait que M. Townsend a montré que la charge électrique portée par un ion gazeux est la même que la charge portée dans l'électrolyse par un ion monovalent; d'autre part, M. J.-J. Thomson a déterminé la première de ces deux quantités, ce qui fournit indirectement la seconde. Je vais montrer dans cette Note qu'on peut déterminer la charge e portée par un ion électrolytique monovalent en ne faisant intervenir que des données relatives à l'électrolyse, et sans faire intervenir en rien les propriétés des ions gazeux. L'accord remarquable entre les résultats obtenus par cette méthode directe et ceux donnés par la méthode indirecte contribuera à augmenter la confiance dans la théorie des ions. Les formules que nous allons établir permettront, en outre, de trouver la valeur du diamètre d'un atome, ce qui n'avait pas encore été fait.

Dans une Note récente (8 avril 1907) j'ai montré qu'un atome, ou un ion électrolytique, doit avoir une forme très sensiblement sphérique. Nous allons appliquer à cette sphère ionique, se déplaçant au sein d'une dissolution sous l'influence d'une force électrique pendant l'électrolyse, la formule indiquée par Stokes pour la vitesse v acquise par une sphère solide de rayon r se déplaçant dans un milieu résistant, de coefficient de frottement intérieur η, sous l'influence d'une force f; cette formule est

$$v = \frac{f}{6\pi\eta r}.$$

En désignant par φ l'intensité du champ électrique qui agit sur l'ion, par n sa valence et par e la charge d'un ion monovalent, on a ici $f = ne\varphi$. D'autre

part, d'après la définition même de la mobilité k de l'ion, on a $v = k\varphi$. D'où en remplaçant dans la relation de Stokes :

$$(1) \qquad k\varphi = \frac{ne\varphi}{6\pi\eta r}, \qquad \text{d'où} \qquad r = \frac{ne}{6\pi\eta k}.$$

C'est le coefficient de frottement intérieur de l'eau qui doit être introduit dans cette relation, car, dès que la liqueur est assez étendue, les ions se déplacent comme dans l'eau pure. Or, Poiseuille a obtenu pour cette grandeur $\eta = \frac{0,01782}{1+\alpha t}$ (C. G. S.), en désignant par t la température. D'autre part, on déduit aisément des travaux de M. Bouty sur la conductibilité moléculaire, et de la loi trouvée par cet auteur pour les sels qu'il appelle *normaux*, que les ions auxquels ils donnent naissance (*ions normaux*) ont leur mobilité donnée par $k = 4,215 \times 10^{-12}(1+\alpha t)$ (en unités électromagnétiques C. G. S., unités que nous emploierons dans ces calculs) avec le même coefficient α de température que dans la formule de Poiseuille, comme l'a fait remarquer M. Bouty, et comme cela doit être nécessairement si l'on adopte la théorie des ions de M. Arrhénius, du moins pour les électrolytes simples. Il en résulte que le produit ηk qui entre dans la relation (1) est indépendant de la température, et qu'en portant sa valeur dans (1) il vient, tout calcul fait :

$$(2) \qquad r = 7,063 \times 10^{11} ne.$$

Admettons maintenant que dans un corps solide ou liquide les molécules, que nous supposerons sphériques, se touchent presque. Considérons une masse de cette substance égale à sa masse moléculaire M, de volume $\frac{M}{D}$ par conséquent, en appelant D la densité de ce solide ou de ce liquide. Nous pouvons considérer cette masse divisée en cubes égaux de côté $2R$ et contenant chacun une molécule; R est alors voisin du rayon de la molécule, et, en appelant K le nombre de molécules qui se trouve dans une molécule-gramme d'un corps quelconque, on a, pour le volume de la masse considérée ci-dessus, $8R^3K$. D'où, en égalant les deux expressions de son volume,

$$(3) \qquad 8R^3K = \frac{M}{D}, \qquad \text{d'où} \qquad R^3 = \frac{M}{8KD} = \frac{Me}{8KeD} = \frac{Me}{8aD}$$

en désignant par a le produit Ke, qui est parfaitement connu par les expériences d'électrolyse : $a = 9618$ unités électromagnétiques C. G. S. De (2) et de (3) on tire, en remplaçant a par sa valeur,

$$(4) \qquad \frac{r^3}{R^3} = \overline{7,063}^3 \times 10^{33} \times 9618 \times 8\,\frac{n^3e^2D}{M},$$

d'où

$$e^2 = 3,689 \times 10^{-11} \frac{M}{n^3 D} \frac{r^3}{R^3}.$$

Appliquons cette relation au cas du mercure, parce que la vapeur de mercure est monoatomique; en admettant que dans le mercure liquide la molécule se confonde aussi avec l'atome [1], on a $r = R$, ou à peu près; faisons l'approximation de prendre $r = R$ dans la relation (4). En outre, on a pour le mercure $M = 200$, $D = 13,596$. Quant à la valence n de l'ion, on est un peu embarrassé. Remarquons que, d'après la relation (2), le rayon d'un ion est proportionnel à sa valence n; les ions mercuriques (divalents) ont donc un rayon double des ions mercureux (monovalents). Les molécules dans le mercure liquide sont-elles de la grosseur des ions mercureux ou des ions mercuriques? Faisons successivement les deux hypothèses $n = 1$ et $n = 2$; la relation (4) donne pour la valeur absolue de la charge e d'un ion monovalent soit $2,3 \times 10^{-20}$, soit $0,82 \times 10^{-20}$. Or la méthode indirecte (J.-J. Thomson-Townsend) donne d'après une première série d'expériences de M. J.-J. Thomson (1898-1899) $2,2 \times 10^{-20}$ et dans une seconde série plus soignée (1901-1902) $1,1 \times 10^{-20}$.

On voit que les nombres obtenus par la méthode directe et par la méthode indirecte ne diffèrent guère que de quantités rentrant dans les erreurs d'expérience de cette dernière méthode.

La valeur de e étant déterminée, la relation (2) fait connaître le rayon d'un ion, probablement le même que celui de l'atome correspondant. C'est ainsi qu'en prenant pour e la valeur $1,1 \times 10^{-20}$, on trouve pour la valeur du rayon d'un ion monovalent

$$7,063 \times 10^{11} \times 1,1 \times 10^{-20} = 7,8 \times 10^{-9} \text{ centimètre.}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la constante diélectrique de la glace et de l'eau au voisinage de* 0°. Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

La méthode employée [2] consiste à mesurer le moment du couple auquel se trouve soumise dans un champ hertzien la substance diélectrique

---

(1) Cela revient à admettre que dans le mercure liquide les atomes sphériques se touchent ou à peu près, et à prendre pour M, comme nous le faisons, la masse atomique du mercure.

(2) *Comptes rendus,* t. CXLI, 2e semestre, 1905, p. 656.

étudiée, prise sous une forme appropriée, et non symétrique par rapport à la direction du champ.

La forme ellipsoïdale convient parfaitement; le couple tend à orienter le diélectrique de façon que la direction de la plus grande dimension du corps coïncide avec celle du champ.

La rotation du système suspendu à un bifilaire fait naître une réaction élastique, et il y a équilibre quand le moment du couple de torsion égale le moment du couple de rotation.

On applique la relation donnée par Grætz et Fömm (1),

$$C\alpha = \frac{\chi^2\varphi^2 v(L - M)\sin 2(\theta - \alpha)}{2(1 + \chi M)(1 + \chi L)},$$

θ angle primitif de la direction du champ et du grand axe de l'ellipsoïde;
α rotation du système; Cα couple de torsion;
L, M, N constantes qui dépendent de la grandeur des axes; ce sont les dérivées partielles d'une intégrale elliptique définie, et sont connues pour un ellipsoïde donné;
K constante diélectrique : $K = 1 + 4\pi\chi$;
v volume de l'ellipsoïde;
φ intensité du champ.

La longueur de l'étincelle au micromètre explosif donne la différence de potentiel maximum V_m, d'où la différence de potentiel efficace et la valeur du champ

$$\varphi = \frac{1}{\sqrt{2}}\frac{V_m}{d},$$

où d représente la distance des deux plateaux du condensateur, entre lesquels existe le champ hertzien utilisé. La longueur d'onde $d = 35^m$.

Les expériences sont relatives à la glace d'eau pure et à l'eau dans le voisinage de zéro degré. L'eau était introduite à l'intérieur d'un récipient ellipsoïdal en verre mince et le système restait pendant toute une nuit d'hiver exposé à la température du laboratoire; le matin il n'y avait pas congélation, mais il était facile de la provoquer, avec précaution pour ne pas briser l'enveloppe, avec un jet de chlorure de méthyle.

On effectuait une série de mesures : 1° sur la glace; 2° sur le mélange eau et glace; 3° sur l'eau de fusion; on tenait compte de l'enveloppe vitreuse par une expérience préliminaire faite à vide.

---

(1) *Wied. Annal.*, t. LIII, 1894, p. 85.

Les résultats sont les suivants :

1° Glace d'eau pure	K = 1,455
2° Mélange d'eau et de glace	K = 1,987
	2,280
	2,477
	2,586
3° Eau (aux environs de 0°)	K = 3,072

Il résulte de ce qui précède :

1° Que la constante diélectrique de la glace est de l'ordre de grandeur du carré de l'indice optique ($n^2 = 1,71$) ;

2° Que le pouvoir inducteur spécifique de l'eau au voisinage de 0° est notablement inférieur à la valeur numérique (K = 11) que j'avais précédemment communiquée à l'Académie. Cet abaissement du pouvoir inducteur tient uniquement à la moindre solubilité du verre dans l'eau aux basses températures, ainsi que j'ai pu le vérifier directement.

PHYSIQUE. — *Sur l'appareil à mesurer le débit d'essence dans les moteurs à pétrole.* Note de M. **Krebs**, présentée par M. d'Arsonval.

Quand nous avons réalisé notre appareil nous ne connaissions pas les travaux de M. Parenty, directeur des Manufactures de l'État.

Le principe sur lequel il repose se trouve exposé dans différents Mémoires de cet ingénieur et réalisé sous des formes différentes dans un certain nombre d'appareils hydrauliques construits par M. Parenty.

PHYSIQUE. — *Rendement acoustique du téléphone.* Note de M. **Henri Abraham**, présentée par M. J. Violle.

1. Les courants reçus par le téléphone font vibrer la membrane, cette membrane entraîne l'air et une partie de l'énergie de ces vibrations pénètre dans l'oreille.

Quel rapport y a-t-il entre l'énergie sonore utilisée par l'oreille et l'énergie électrique fournie par la ligne?

On a une évaluation suffisante, et par défaut, de la puissance fournie par la ligne en multipliant la résistance de l'appareil par le carré de l'intensité

du courant. Nous allons chercher une évaluation par excès de l'autre terme du rapport, et nous pourrons alors calculer une limite supérieure du rendement.

2. Nous aurons cette évaluation *par excès* en cherchant le maximum de puissance disponible sur la membrane pour un son de hauteur donnée (par exemple : 200 périodes par seconde), et pour un courant d'intensité connue.

Remarquons pour cela que, lorsque l'on veut éviter les phénomènes de résonance, on s'arrange de manière que le son propre de la membrane soit notablement plus aigu que les sons de la voix parlée. Dès lors, dans les équations du mouvement de la membrane, on peut négliger les termes d'inertie et réduire ces équations au type

$$Ax + B\frac{dx}{dt} = C\sin\omega t,$$

où Ax représente la force élastique, tandis que $C\sin\omega t$ est la force exercée par l'électro-aimant, et que $B\frac{dx}{dt}$ représente la résistance sur laquelle la membrane travaille.

On déduit immédiatement de cette équation que, lorsqu'il n'y a pas résonance, le maximum de puissance disponible sur la membrane a pour expression

$$\frac{C^2\omega}{4A}.$$

Les deux quantités à déterminer sont donc $\frac{C}{A}$, c'est-à-dire la flexion produite sur la membrane par une force connue et C, c'est-à-dire l'effort exercé sur la membrane par l'électro-aimant pour l'intensité de courant proposée.

Les deux déterminations peuvent se faire par des expériences *statiques*, qui ne présentent aucune difficulté particulière.

3. Voici les résultats d'une expérience faite avec un téléphone de sensibilité courante :

Résistance du téléphone	13 ohms
Intensité du courant..................................	$\frac{1}{300}$ ampère
Déplacement de la membrane.........................	$\frac{1}{3}$ micron
Effort élastique correspondant	100 dynes

Pour un courant alternatif à deux cents périodes, ayant une intensité maxima de $\frac{1}{300}$ ampère, on trouverait donc :

Puissance électrique dépensée	700 C. G. S. (*par défaut*)
Puissance disponible sur la membrane....	1 C. G. S. (*par excès*)

Il résulte de ces nombres que, quelque extrême sensibilité que possède déjà le téléphone, ce n'est encore qu'un récepteur très médiocre :

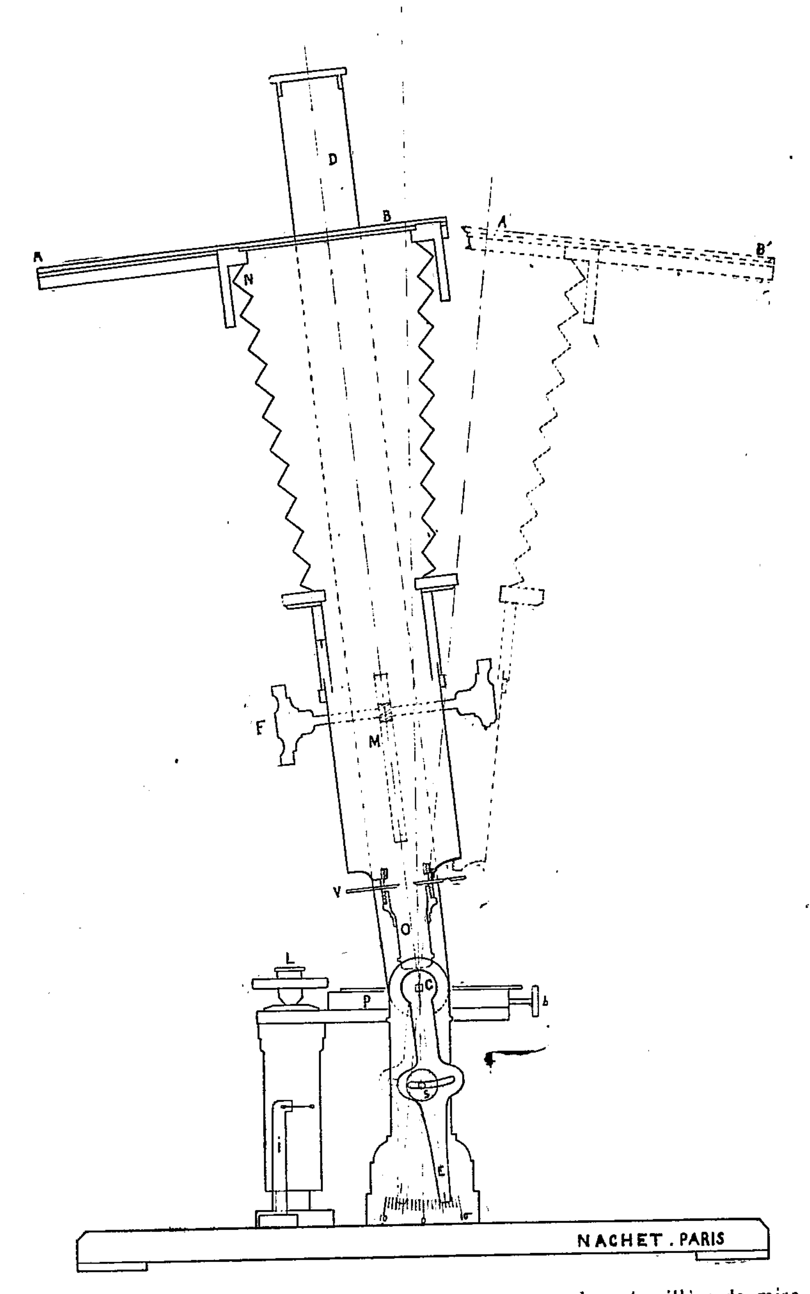
En dehors des cas de résonance, le meilleur téléphone ne transmet pas à l'oreille la millième partie de l'énergie qu'il reçoit de la ligne.

OPTIQUE. — *Sur un nouveau microscope et ses applications à la microphotographie stéréoscopique*. Note de MM. **A. Quidor** et **A. Nachet**, présentée par M. Yves Delage.

Cet appareil suffit à toutes les recherches du laboratoire : dissections fines, histologie, cytologie. Mais son objet principal est de fixer par la *microphotographie stéréoscopique* les résultats de ces études. Il convient tout particulièrement aux travaux de systématique. Il les rend plus faciles et plus certains, puisqu'il permet d'ajouter aux caractères spécifiques et biologiques de tout animal sa représentation stéréoscopique. Nous laissons à des voix plus autorisées le soin de provoquer un véritable recensement des collections existantes et, par des échanges, la formation dans les principaux centres d'étude de collections stéréoscopiques complètes. Une détermination rigoureuse et rapide des espèces connues, une diagnose précise des espèces nouvelles, deviendraient possibles et amèneraient la disparition de cette synonymie contre laquelle, à maintes reprises, se sont élevés les maîtres les plus éminents.

Les appareils binoculaires, que peu de travailleurs peuvent se procurer, permettent bien, il est vrai, la photographie stéréoscopique; mais leur champ d'action est très limité par le principe même de leur construction qui ne permet pas l'emploi d'objectifs puissants. Deux objectifs faibles sont accouplés et prennent simultanément une vue de l'objet sur deux petites plaques indépendantes de 55^{mm} de côté. Le grossissement en diamètre varie de $\frac{11}{6}$ à 11 et la taille des objets, exprimée en millimètres, doit être sensiblement comprise entre 30 et 3.

L'appareil que nous présentons vient donc combler une lacune. Au point



M, *corps du microscope;* O, objectif; F, bouton manœuvrant la crémaillère de mise au point; C, centre de rotation; E, index mesurant l'inclinaison; S, bouton de serrage immobilisant l'appareil dans ses positions successives.

P, *platine,* indépendante du microscope, à rotation et à mouvements rectangulaires, déplacement vertical par la vis micrométrique L; *b*, l'un des boutons commandant les mouvements rectangulaires; I, index affleurant à un point de repère de L quand la face supérieure de la platine passe rigoureusement par l'axe de rotation C.

N, *chambre noire et son châssis* 8 × 16; AB, A'B', les deux positions successives du châssis pour la prise d'un cliché stéréoscopique; D, tige-support de la chambre fonctionnant : (*a*) comme annexe du microscope, (*b*) comme chambre indépendante munie d'un objectif photographique; T, double tube empêchant toute infiltration de lumière diffuse; V, lame pour obturer ou diaphragmer.

de vue photographique, il présente tout d'abord sur l'appareil binoculaire l'avantage d'avoir, à grossissement égal, un champ superficiel de une fois et demie à quatre fois plus grand et de permettre, avec des grossissements variant de 270 diamètres à $\frac{1}{15}$, la représentation stéréoscopique des objets depuis les infiniment petits jusqu'à ceux dont la taille atteint 1^m.

Le principe en est aussi simple que la manipulation.

La loupe nécessaire à la dissection ou l'objectif utilisé pour l'histologie prend successivement et automatiquement, sur une même plaque et sous deux angles différents, deux vues du même objet. Le cliché obtenu est à relief direct. Les photographies sont faites avec ou sans oculaire et les grossissements, exprimés en diamètres, varient de 4,5 à 270. Quand le relief des objets et la profondeur des objectifs sont tels que la photographie devient impossible, la chambre claire, substituée à la chambre noire, donne deux dessins du même objet sous deux angles différents. Le grossissement peut alors atteindre 650 diamètres.

Quand les objets à représenter dépassent 15^{mm}, la chambre noire subit une rotation de 180° et reçoit un véritable objectif photographique. Les clichés s'obtiennent comme dans le cas précédent, mais le grossissement en diamètre décroît de 3,4 à $\frac{1}{15}$ et l'objet peut atteindre 1^m.

Il est donc permis de conclure en répétant que ce microscope suffit à toutes les recherches du laboratoire, qu'il les rend plus faciles et plus précises, qu'il les conserve fidèlement et rapidement, et qu'il convient tout particulièrement aux travaux de systématique.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la limite d'inflammabilité des mélanges de vapeur d'éther et d'air.* Note de MM. **O. Boudouard** et **H. Le Chatelier**, présentée par M. Troost.

Dans la séance du 15 avril 1907, M. J. Meunier a présenté le résultat d'expériences sur les limites d'inflammabilité des mélanges de vapeur d'éther et d'air faites en se servant de la burette à limite d'inflammabilité imaginée par l'un de nous. Il indique une limite inférieure comprise entre 45^{mg} et 90^{mg} par litre et signale l'utilité de reprendre ces mesures en employant des récipients de 1^l de capacité pour augmenter la précision des résultats. Il nous sera permis de rappeler que, dès 1897 (*Comptes rendus*, t. CXXVI, 1897, p. 1510), nous avons publié une étude complète sur les limites d'inflammabilité des vapeurs combustibles. Les mesures ont été

faites en opérant avec des récipients de plus de 1^l de capacité; nous avons ainsi fixé la limite d'inflammabilité de la vapeur d'éther à 60^{mg} par litre.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Recherches sur les compressibilités et les tensions de vapeur des mélanges d'oxyde de méthyle et d'acide sulfureux : formation d'une combinaison entre ces deux corps.* Note de MM. **E. Briner** et **E. Cardoso**, présentée par M. G. Lemoine.

Comme suite aux recherches de l'un de nous sur la formation de combinaisons par compression d'un mélange gazeux ([1]), nous avons étudié les mélanges d'oxyde de méthyle et d'acide sulfureux en vue d'une combinaison possible entre ces deux corps. Nous rappelons, à ce sujet, les travaux de Friedel ([2]) et de Kuenen ([3]) sur la combinaison $[HCl(CH^3)^2O]$, qui se forme déjà dans les conditions ordinaires de pression et de température.

La méthode adoptée consiste à comparer les compressibilités et les tensions de vapeur de chacun des constituants $[SO^2$ et $(CH^3)^2O]$ à celles des mélanges répondant à diverses compositions. Les deux gaz préparés par les procédés ordinaires ont été purifiés par distillation fractionnée, aux basses températures réalisées par le mélange : acide carbonique solide et éther. Chacun des deux gaz est dirigé, de l'ampoule où il a été condensé, lors de la dernière distillation, dans un tube de Cailletet; les pressions partielles sont alors réglées de façon que le mélange réponde à la composition convenable. Le tube laboratoire, gradué et calibré, renferme un petit agitateur mû, de l'extérieur, par un électro-aimant et destiné à accélérer l'établissement de l'équilibre.

D'une première expérience, où les deux gaz ont été mis en présence à la pression atmosphérique et à la température ordinaire, il résulte que, dans ces conditions, aucune combinaison ne prend naissance, du moins en proportion notable; la faible contraction de volume observée aussitôt après, étant de l'ordre de grandeur des erreurs d'expériences.

Nous avons ensuite mesuré les tensions de vapeur des constituants purs et de leurs mélanges, à trois températures différentes, comme l'indique le Tableau suivant; le premier et le second chiffres des colonnes relatives aux

([1]) *Comptes rendus,* t. CXLII, p. 1214 et 1416. — *Journ. de Chim. phys.*, t. IV, 1906, p. 267 et t. IV, 1906, p. 476.

([2]) *Bull. Soc. Chim. Paris*, t. XXIV, 1875, p. 160 et 241.

([3]) *Zeits. f. phys. Chem.*, t. XXXVII, 1901, p. 485.

mélanges correspondent respectivement au début et à la fin de la liquéfaction.

	Tensions de vapeur en atmosphères.				
	Gaz purs.		Mélanges.		
Températures.	$(CH^3)^2O$.	SO^2.	$\frac{1}{4}(CH^3)^2O$. $\frac{3}{4}SO^2$.	$\frac{3}{4}(CH^3)^2O$. $\frac{1}{4}SO^2$.	$\frac{1}{2}(CH^3)^2O$. $\frac{1}{2}SO^2$.
56°,1......	12,5	9,5	6,7- 7,7	7,65- 9,7	6,6- 6,8
77,1......	20,3	16,1	12,8	14,0 -16,9	12,1-12,5
108,7......	36,8	32,3	27,4-28,4	32,6 -35,1	26,7-27

On voit que la tension de vapeur du mélange, correspondant à $[\frac{1}{2}(CH^3)^2O + \frac{1}{2}SO^2]$ présente un minimum fortement accusé et que, à ce moment, la liquéfaction s'effectue presque sans augmentation de pression, ce qui n'est pas le cas pour les autres mélanges. D'ailleurs, la faible variation de pression, observée dans la liquéfaction du troisième mélange, provient sans doute de ce que celui-ci renferme un petit excès de l'un des deux gaz, excès inévitable, étant donnée la difficulté de préparer des mélanges de composition donnée.

On peut donc conclure à la formation d'une combinaison : $(CH^3)^3O.SO^2$, analogue à la combinaison de Friedel : $(CH^3)^2O.HCl$.

En élevant la température, on observe, à 153°, les phénomènes caractéristiques du point critique : opalescence et disparition d'un ménisque net. Les constantes critiques de la combinaison $(CH^3)^2O.SO^2$, évaluées avec une approximation de 0°,5 et de 1^{atm}, sont $t_c = 152°,5$ et $p_c = 62^{atm}$; elles sont donc comprises entre celles des constituants (¹).

Pour nous rendre compte jusqu'à quel point cette combinaison prend naissance dans la phase gazeuse et sous des pressions croissantes, nous avons comparé les courbes $pv = f(p)$, relatives aux constituants seuls et à leurs mélanges. Aux températures de 56° et 77°, le produit pv (des pressions par les volumes) a une valeur plus faible (6 à 12 pour 100) pour les mélanges que pour les constituants; en outre, le produit pv relatif le plus faible correspond au mélange $\frac{1}{2}(CH^3)^2O + \frac{1}{2}SO^2$. A la température de 108°, par contre, et sous la pression de 10^{atm}, les produits pv des constituants et de leurs mélanges se sont montrés à peu près identiques.

Il résulte de là que *la combinaison se forme déjà dans la phase gazeuse* et

(¹) Constantes critiques de $(CH^3)^2O$ déterminées sur un échantillon du gaz ayant servi à la préparation des mélanges : $t_c = 127°$, $p_c = 53^{atm}$; constantes critiques de SO^2 (E. Briner, *loc. cit.*) : $t_c = 157°,2$, $p_c = 77^{atm},9$.

que, conformément aux lois de la Statique chimique, la contraction est la plus forte pour le mélange $[\frac{1}{2}(CH^3)^2O + \frac{1}{2}SO^2]$, tout en diminuant avec la température. Nous ne nous croyons cependant pas autorisés à vérifier ces lois quantitativement, puisque, comme on sait, le produit *pv* d'un mélange de gaz, sans action chimique l'un sur l'autre, est loin d'être la moyenne des produits *pv* de chacun des constituants pris isolément.

Il est à remarquer que, à la fin de nos expériences, le tube était légèrement terni; peut-être se produit-il une réaction secondaire ayant pour effet de mettre en liberté une trace de soufre ([1]). Toutefois, cette réaction n'affecte qu'une proportion très faible du mélange, car le volume gazeux, mesuré dans les mêmes conditions de température et de pression, n'a pas subi de variations sensibles au cours de nos expériences.

Le composé $(CH^3)^2O.SO^2$ est donc un exemple de plus, très net, de ces combinaisons oxoniennes dont la constitution chimique repose, comme Friedel ([2]) l'a démontré le premier, sur l'hypothèse de la quadrivalence de l'oxygène.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la température de formation des carbures de strontium et de baryum.* Note de M. **Morel Kahn**, présentée par M. Ditte.

Les procédés les plus divers ont été successivement proposés pour permettre d'éviter l'emploi de l'arc électrique dans la fabrication du carbure de calcium. De nombreuses recherches ont été également entreprises dans ce but pour déterminer la température de formation du carbure de calcium; les valeurs données variaient dans d'assez grandes limites pour laisser place à une nouvelle série d'expériences. Ces expériences ont été entreprises par M. Moissan et décrites par lui au Congrès de Chimie appliquée de Berlin ([3]). Il chauffait dans un four en chaux, au moyen du chalumeau oxhydrique, un tube de silice renfermant une nacelle de graphite où se trouvait le mélange $CaO + 3C$; le tube était parcouru par un courant d'hydrogène. Au bout de 5 minutes la température de fusion du platine était

([1]) M. Kuenen, à propos de la combinaison $(CH^3)^2O.HCl$, a également constaté une réaction secondaire donnant lieu à la formation d'eau et de chlorure d'éthyle.

([2]) *Bull. Soc. chim. Paris*, t. XXIV, 1875, p. 241.

([3]) Henri Moissan, *Expériences nouvelles sur les carbures alcalins et alcalino-terreux* (*Comptes rendus du Congrès de Berlin*, t. IV, 1903, p. 494).

atteinte; en prolongeant donc un peu plus la durée de la chauffe, il pouvait être certain d'avoir opéré la réaction à cette température bien déterminée. Dans ces conditions, jamais il n'a pu obtenir de carbure de calcium; la chaux ne fondait pas et M. Moissan concluait : « Nous reconnaissons par ces nouvelles expériences qu'avant son point de fusion la chaux n'est pas réduite par le charbon. »

Il nous a semblé intéressant d'entreprendre des recherches analogues sur les carbures de strontium et de baryum qui nous paraissaient se former beaucoup plus facilement au four électrique. Pour pouvoir opérer sur une quantité de matière assez importante, nous avons renoncé à l'emploi du tube de silice et nous nous sommes servi d'un petit four en chaux semblable à celui que M. Moissan a employé dans des recherches antérieures [1]. Le mélange d'oxyde et de charbon est placé dans un creuset de graphite, fermé par un couvercle de même matière et entrant à frottement doux dans un creuset de chaux vive fermé lui-même; les intervalles pouvant subsister entre les deux parois sont remplis de charbon de sucre pour éviter autant que possible l'action de l'oxygène. Dans ces conditions le creuset de graphite est à peine attaqué et ne brûle que très superficiellement. Nous nous sommes assuré par des expériences préalables que dans ce four, en 10 minutes au maximum, le platine était fondu.

Strontiane. — Le mélange était formé des quantités théoriques de strontiane et de charbon de sucre nécessaires à la formation du carbure, c'est-à-dire 10,3 de strontiane pour 3,6 de charbon. La strontiane provenait de la calcination du nitrate de strontium au rouge; le charbon employé était du charbon de sucre calciné, finement pulvérisé. Nous avons chauffé 5^g à 6^g de ce mélange pendant 20 minutes à une température au moins égale à celle de la fusion du platine (1775°). Après refroidissement la masse contenue dans le creuset ne présente pas de traces de fusion; elle est simplement fritée; mise sur la cuve à mercure en contact avec de l'eau, elle produit un dégagement gazeux; le gaz brûle avec une flamme fuligineuse; traité par le chlorure cuivreux ammoniacal, il est totalement absorbé avec formation d'un précipité rouge brique d'acétylure cuivreux.

Nous avons donc obtenu du carbure de strontium, puisque nous caractérisons nettement l'acétylène comme produit de la décomposition par l'eau des corps chauffés. De plus, l'eau est alcaline et nous y avons caractérisé le strontium.

Baryte. — La même expérience a été répétée avec un mélange de 7^g,7 de baryte provenant de la calcination du nitrate et 1^g,8 de charbon de sucre. La quantité de mé-

---

(1) Henri Moissan, *Description d'un nouveau four chauffé au moyen du chalumeau à oxygène et hydrogène* (*Ann. Ch. Phys.*, 7e série, t. XXIV, 1901, p. 289).

lange chauffé était sensiblement égale à celle employée dans l'expérience précédente. Dans ces conditions, après une chauffe de 25 minutes, on obtient une masse tout à fait analogue à celle qu'on obtient avec la strontiane, non fondue, fritée et qui, traitée par l'eau, nous a également donné de l'acétylène, tandis que, dans l'eau alcaline, on pouvait constater la présence de la baryte.

Il résulte de nos expériences que la réduction de la baryte et de la strontiane par le charbon peut être réalisée à une température voisine de celle de la fusion du platine, avec formation des carbures correspondants.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la préparation et les propriétés d'une nouvelle variété de chrome.* Note de M. **Binet du Jassonneix**, présentée par M. Ditte.

H. Moissan [1] a signalé une faible solubilité dans le cuivre du chrome préparé au four électrique. En chauffant une fonte de chrome borée [2], à haute température, en présence d'une grande masse de cuivre, on pouvait espérer que ce dernier dissoudrait l'excès de chrome et que l'on pourrait obtenir, à l'état cristallisé, les combinaisons de ce métal avec le bore, par un procédé analogue à celui qui a permis à M. P. Lebeau [3] de préparer de nombreux siliciures. L'expérience a donné des résultats tout différents.

Des fontes de chrome, contenant de 10 à 15 pour 100 de bore, ont été chauffées au four électrique dans des creusets de magnésie en présence d'un grand excès de cuivre, et maintenues pendant 3 ou 4 minutes à la température d'ébullition de ce métal. L'examen au microscope d'une surface polie dans le culot obtenu a montré que la masse n'était pas homogène; on distinguait au milieu de la coloration rouge du cuivre un métal blanc brillant disséminé sous la forme de filaments très ténus ou rassemblé en cristallites dont l'aspect rappelait celui des cristaux de neige. La masse a été dissoute dans l'acide azotique; la solution d'azotate de cuivre obtenue ne renfermait qu'une très petite quantité d'azotate de chrome et ne contenait pas d'acide borique; le résidu, lavé à l'acide azotique jusqu'à élimination complète du cuivre, présentait l'apparence d'une boue spongieuse noirâtre; par des lavages à l'eau, il prenait brusquement un aspect métallique brillant, en même temps que le liquide se colorait en brun très foncé.

Le résidu métallique, lavé à l'eau et séché à l'étuve, était formé d'une mousse brillante constituée par des filaments très fins, enchevêtrés, et par des cristallites groupés en étoiles ou en feuilles de fougère; soluble dans l'acide chlorhydrique, à l'exception d'un léger résidu d'oxyde de chrome fondu, très dense, de couleur vert foncé, il ne

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 185.
(2) Binet du Jassonneix, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 897 et 1149.
(3) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 231.

contenait plus que 1 à 2 pour 100 de bore. Après une nouvelle chauffe en présence d'un excès de cuivre, ces dernières traces de bore ont été éliminées.

Les eaux de lavage de couleur brune, filtrées plusieurs fois sur un papier très épais pour retenir les filaments métalliques qui pouvaient rester en suspension, conservent pendant plusieurs mois leur opacité; au contraire, sous l'influence d'une addition d'acide ou de chlorhydrate d'ammoniaque, elles laissent déposer très rapidement un précipité noir amorphe; évaporées à sec, elles donnent sur une capsule de porcelaine un dépôt miroitant noir brun. Ce dépôt, ainsi que le précipité précédent, sont attaqués à chaud par l'acide chlorhydrique et l'acide sulfurique concentrés, avec formation d'un sel chromeux qui s'oxyde rapidement. Plusieurs analyses effectuées sur de faibles quantités de ce produit ont donné des résultats variables : 75,1, 75,8, 77,2, 84 pour 100 de chrome. On peut le rapprocher du protoxyde de chrome obtenu par M. Férée [1], dans des conditions tout à fait différentes, mais qui présente un aspect et des propriétés analogues.

On sait que le cuivre dissout des quantités très notables de gaz à haute température; il serait admissible que le produit précédent, ainsi que l'oxyde vert de chrome dont une petite quantité reste mélangée avec la mousse métallique séparée du cuivre, se fussent formés dans l'oxydation du chrome par les gaz dissous.

Ainsi, les combinaisons du chrome et du bore, en présence du cuivre, sont dissociées, à la température d'ébullition de ce métal, dans le four électrique ; le bore, qui ne donne avec le cuivre ni combinaison, ni dissolution est éliminé par volatilisation, et le chrome dissous se sépare pendant le refroidissement en restant dans un état de très grande division.

Afin de préparer plus facilement une quantité notable de ce chrome en mousse, l'action dissolvante du cuivre a été essayée sur des fontes carburées contenant de 5 à 7 pour 100 de carbone, et sur un métal assez pur préparé par le procédé aluminothermique de Goldschmidt, qui ne contenait que 0,7 pour 100 de silicium et 1,2 d'aluminium. Au four électrique, les résultats obtenus ont été identiques à ceux qu'avaient donnés les fontes borées. Ces expériences ont été reprises ensuite à des températures moins élevées dans un four à vent chauffé au charbon de cornue. Le chrome et le cuivre étaient placés dans un creuset de magnésie renfermé lui-même au milieu d'une brasque de magnésie dans un creuset de Doulton. Après plusieurs heures de chauffe au rouge blanc, il n'a été dissocié que des quantités très faibles de fontes de chrome borées ou carburées ; par contre, le chrome obtenu par le procédé aluminothermique se dissout facilement dans le cuivre, et l'on obtient, après dissolution du culot restant dans l'acide azotique, environ 1g de chrome en mousse pour 60g de cuivre.

---

(1) J. Férée, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV, 1901, p. 619.

Propriétés du chrome en mousse. — Le chrome préparé par les procédés précédents présente l'aspect d'une mousse formée de filaments enchevêtrés, très ténus, et de cristallites groupés en étoile ou en feuilles de fougère. Sa densité prise à 17° est de 7,1. Il possède les propriétés chimiques du chrome pur fondu décrit par H. Moissan ([1]), mais il s'en distingue par une facilité plus grande à entrer en réaction. Il est inoxydable à l'air à la température ordinaire, mais il prend feu et brûle comme de l'amadou au contact d'une flamme; dans l'oxygène, vers 300°, l'incandescence est très vive. Chauffé dans l'azote au rouge blanc, dans une nacelle de magnésie, il change d'aspect en donnant une masse friable de couleur bronzée ne contenant plus que 80 à 90 pour 100 de chrome, soluble dans l'acide chlorhydrique à chaud avec dégagement d'hydrogène et d'azote, et formation d'une petite quantité de chlorure d'ammonium. Il est attaqué par l'acide chlorhydrique concentré à froid et par l'acide étendu à chaud. L'acide sulfurique concentré réagit très vivement sur lui; l'acide azotique est sans action.

Analyse. — Le chrome en mousse, après dissolution dans l'acide chlorhydrique, laisse un faible résidu d'oxyde dont la proportion ne dépasse pas 2 à 3 pour 100 dans les préparations faites au four à vent. La solution de chlorure filtrée, évaporée à sec, ne contient pas de silice; le dosage du chrome à l'état d'oxyde montre que, déduction faite du résidu, la prise d'essai contient 99,5 pour 100 environ de métal.

En résumé, le cuivre dissout, à haute température, environ 1,6 pour 100 de chrome qui se sépare pendant le refroidissement sous forme d'une mousse formée de filaments et de cristallites, dans un état de très grande division, que l'on peut isoler par dissolution du cuivre dans l'acide azotique. Une petite quantité d'oxydes, dont une partie paraît être du protoxyde, provenant de l'oxydation du chrome par les gaz dissous dans le cuivre, accompagne le métal.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la limite de siliciuration du cuivre.* Note de **M. Ém. Vigouroux**, présentée par M. A. Haller.

Dès 1901 nous ([2]) avons résumé les résultats de nos recherches touchant l'action du silicium en excès sur le cuivre en publiant que : « la quantité maxima de silicium susceptible de rester combinée avec le cuivre était voisine de 10 pour 100 », chiffre qui correspond à Cu^4Si. En 1905,

([1]) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXIX, 1894, p. 185.

([2]) E. Vigouroux, *Procès-verbaux des séances de la Société des Sciences physiques de Bordeaux*, 18 juillet 1901.

M. P. Lebeau ([1]), après son étude d'un cuprosilicium, reconnut que la limite de siliciuration n'y dépassait pas 10 pour 100 et, en 1906, ce même auteur ([2]) confirma que cette limite correspondait bien à Cu^4Si, à la suite de ses recherches sur l'influence de la vitesse de refroidissement et aussi de la teneur en silicium total. Cette limite varie-t-elle par l'effet d'autres circonstances?

Influence du plomb. — Nous prenons : cuivre pur, 81g,74; silicium cristallisé pur, 18g,26; total : 100g. A ce chiffre il est ajouté 10 pour 100 de silicium, ce qui fait 110g de mélange, et ce poids est additionné de 220g de plomb pur de l'azotate. La charge, placée dans une nacelle en porcelaine, est chauffée à l'intérieur d'un tube de même nature parcouru par de l'hydrogène, vers 1200°, pendant 3 heures environ. La masse obtenue paraissant peu homogène, on la chauffe une seconde fois, dans les mêmes conditions. Le nouveau lingot présente. à la partie inférieure, une couche oblongue de métal manifestant la souplesse et la couleur bleuâtre du plomb et ne contenant pour 100, comme matières étrangères, que : cuivre, 1g,003; silicium combiné, 0g,111; silicium libre, 0g,009; dosage effectué sur une prise de 30g,673. Du côté de la face supérieure sont figés un certain nombre de nodules aplatis dans lesquels une analyse préliminaire ne décèle pas trace de plomb. Dans ces conditions, leur dosage s'effectue comme il suit : attaque par l'acide azotique étendu et chaud jusqu'à épuisement complet, insolubilisation en présence de l'acide chlorhydrique, reprise par ce même liquide étendu, afin d'entraîner le cuivre que l'on dose par électrolyse à l'état de sulfate, pesée du résidu de l'insolubilisation, puis lavage de ce dernier avec de l'eau fluorhydrique : ce qui disparaît est compté comme silice. Le second résidu est évalué en silicium libre, dans ce cas et dans celui des deux métaux suivants. Son poids, retranché de celui du résultat total, fait connaître le poids de la silice et, partant, celui du silicium combiné. Les analyses des échantillons I et II, d'environ 1g chacun, sont ainsi conduites avec cette variante que les deux résidus d'insolubilisation, après pesée, sont traités ensemble par l'eau fluorhydrique.

Résultats pour 100. — I. Cuivre 83,40; silicium combiné 9,53; silicium libre 6,40; total 99,33. — II. Cuivre 84,00; silicium combiné 9,35; silicium libre 6,40; total 99,75. En effectuant la somme du cuivre et du silicium combiné et en ramenant leurs proportions à 100, on trouve, comme silicium combiné, les chiffres 10,25 pour I et 10,00 pour II. C'est donc Cu^4Si qui s'est encore formé. Nous avons pu l'identifier en

---

([1]) P. Lebeau, *Étude d'un cuprosilicium industriel* (*Comptes rendus*, t. CXLI, 27 novembre 1905, p. 889).

([2]) P. Lebeau, *Sur le siliciure de cuivre et sur un nouveau mode de formation du silicium soluble* (*Comptes rendus*, t. CXLII, 15 janvier 1905, p. 154).

écartant le silicium libre par une attaque des nodules à l'aide de la potasse étendue.

Influence du bismuth. — Poids des substances, chauffées comme précédemment : cuivre 81g; silicium cristallisé 28g,50; bismuth 200g. Le culot bien fondu, cassant, ayant épousé la forme de la nacelle, pèse 280g; hors de cette dernière, vers la sortie, on trouve un peu de métal : c'est du bismuth absolument exempt de cuivre et de silicium. Trois couches constituent le culot : l'inférieure, abondante, lamellaire, blanchâtre et à reflets jaune pâle, contient pour 100 : bismuth 95,16; cuivre 3,28; silicium combiné 0,37; silicium libre, traces. Dans la couche supérieure, d'aspect gris noir, domine le silicium cristallisé fondu ou fritté. La couche moyenne, noyée dans la masse inférieure, de forme lenticulaire et à reflets rougeâtres, est soumise à un dosage rigoureux. Un essai qualitatif ayant montré qu'elle ne renfermait pas de bismuth, elle est analysée comme nos siliciures de cuivre ne renfermant que du silicium en excès, les deux résidus d'insolubilisation étant réunis comme dans le cas du plomb.

Résultats pour 100. — I. Cuivre 83,80; silicium combiné 10,84; silicium libre 5,30; total 99,94. — II. Cuivre 84,20; silicium combiné 10,78; silicium libre 5,30; total 100,28. Ici encore, en faisant la somme du cuivre et du silicium combiné et en rapportant à 100 les chiffres obtenus, on trouve une proportion de silicium combiné égale à 11,45 pour I et à 11,34 pour II. Ces chiffres cadrent suffisamment avec ceux de la formule Cu^4Si.

Influence de l'antimoine. — Les poids des matières engagées dans la réaction, effectuée comme précédemment, sont : cuivre 81g; silicium cristallisé 28g,50; antimoine 200g. Le culot obtenu est formé d'un seul bloc dans lequel les différentes substances qui le constituent paraissent disséminées d'une façon régulière. Du côté de la sortie du tube, des grains d'antimoine se sont déposés. Dans le cas de ce métal, il n'est pas possible de séparer mécaniquement les différents corps qui concourent à la constitution du culot. L'acide chlorhydrique à l'ébullition, mis en action sur une certaine quantité de l'alliage, ne l'entame pas sensiblement. Vu la difficulté d'écarter l'antimoine sans altérer le siliciure de cuivre, le culot est dosé tel quel. Une attaque énergique de deux échantillons d'environ 1g chacun est effectuée par l'eau régale, pendant une demi-journée. L'action terminée, les produits respectifs sont évaporés à siccité et insolubilisés. La reprise est faite par l'acide chlorhydrique, et, après filtration, on a sur le filtre la silice et le silicium en excès et, dans la liqueur, le cuivre et l'antimoine à l'état de chlorures. Une ébullition prolongée de leur solution étendue, additionnée de carbonate de soude en excès, suivie d'une forte acidulation par l'acide azotique après repos prolongé, sépare le cuivre à l'état de sel en solution et l'antimoine à l'état de composé oxygéné insoluble que l'on pèse. Le cuivre transformé en sulfate est dosé par électrolyse.

Résultats pour 100. — I. Cuivre 35,80; silicium combiné 3,60; silicium libre 4,20; antimoine 56,50; total 100,10. — II. Cuivre 36,00; silicium

combiné 4,10; silicium libre 4,20; antimoine 56,17; total 100,47. En opérant comme précédemment, on trouve comme silicium combiné au cuivre, 9,13 pour I et 10,22 pour II; chiffres correspondant suffisamment à Cu^4Si.

Conclusion. — 1° En présence du plomb, du bismuth ou de l'antimoine, le silicium en excès réagit sur le cuivre seul pour donner naissance à un siliciure de cuivre; 2° ce siliciure n'est pas distribué de la même façon dans chacun des trois métaux : il surnage, en majeure partie, soit le plomb, soit le bismuth; il paraît uniformément réparti au sein de l'antimoine; 3° les chiffres établissant la limite de siliciuration du cuivre sont très voisins de 10 pour 100 : c'est donc encore le corps Cu^4Si qui s'y forme; 4° ces résultats nous renseignent sur le degré de solubilité du siliciure de cuivre dans le plomb, le bismuth, l'antimoine.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les oxydes supérieurs de rubidium.* Note de M. E. Rengade, présentée par M. A. Haller.

L'action de l'oxygène sur le rubidium a déjà été étudiée par Erdmann et Köthner, qui ont obtenu comme terme ultime de cette réaction le peroxyde Rb^2O^4. Ce composé, le seul, d'après les auteurs, qui puisse se former dans l'oxydation directe du métal, serait parfaitement stable, et à aucune température ne serait susceptible de se suroxyder ni de se dissocier ([1]).

J'ai montré récemment ([2]) que l'oxydation du rubidium-ammonium permet de préparer, indépendamment du peroxyde Rb^2O^4, le bioxyde Rb^2O^2, mais qu'il est impossible de constater dans ces expériences la formation du trioxyde intermédiaire Rb^2O^3, analogue aux composés correspondants de potassium et de cæsium.

J'ai donc repris l'étude de l'oxydation directe du rubidium, à l'aide de l'appareil déjà décrit ([3]) permettant de faire réagir sur un poids connu de métal des volumes déterminés d'oxygène pur. Ce gaz était introduit peu à

([1]) Erdmann et Köthner, *Liebig's Annalen*, t. CCXCIV, 1897, p. 55. Ces auteurs donnent au peroxyde de rubidium la formule RbO^2 et le nom de bioxyde. Il me paraît préférable de doubler cette formule et de réserver le nom de bioxyde au composé Rb^2O^2 analogue au bioxyde de sodium Na^2O^2.

([2]) E. Rengade, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 1533.

([3]) E. Rengade, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 1149.

peu dans l'appareil de manière à éviter un dégagement de chaleur trop considérable. Quand un volume convenable avait été absorbé, on chauffait rapidement la nacelle d'aluminium jusqu'à fusion de son contenu, de manière à obtenir un échantillon homogène qu'on laissait aussitôt refroidir.

On observe ainsi des apparences très différentes suivant les quantités d'oxygène combinées. En prenant, pour un poids déterminé de métal, le volume d'oxygène correspondant à la formation du bioxyde Rb^2O^2, on obtient une matière d'un blanc jaunâtre fondant vers 600° en un liquide brun et se solidifiant par refroidissement en une masse formée d'aiguilles enchevêtrées.

En augmentant légèrement la quantité d'oxygène, la masse reste brun foncé après solidification, puis devient complètement noire pour une proportion d'oxygène un peu plus grande, et garde cette couleur noire presque jusqu'au maximum de l'oxydation, qui correspond bien au peroxyde Rb^2O^4. Celui-ci est jaune, conformément aux observations d'Erdmann et Köthner, mais il ne présente cette couleur que s'il a été maintenu quelque temps en fusion et refroidi dans une atmosphère d'oxygène à la pression ordinaire. Fondu dans le vide, il reste brun noir après refroidissement. C'est qu'en effet ce peroxyde se dissocie très facilement. Le dégagement d'oxygène est déjà sensible dans le vide bien avant sa température de fusion, à 500° (le peroxyde fond dans l'oxygène vers 630°). A 600° la tension de l'oxygène dégagé est d'environ 3^{cm}. Cette tension n'est du reste pas constante, car, si l'on enlève une certaine quantité de gaz, la masse dissociée entre en fusion et l'oxygène cesse dès lors de présenter une tension fixe. Mais le phénomène est nettement réversible.

En maintenant la nacelle à 550°, tout en enlevant l'oxygène d'une manière continue avec la trompe à mercure, on voit après quelques heures le dégagement gazeux s'arrêter à peu près complètement. Le contenu de la nacelle est alors tout à fait noir, même après refroidissement. Il se dissout assez rapidement dans l'eau avec dégagement d'oxygène et formation d'eau oxygénée, et le dosage du rubidium montre qu'il correspond sensiblement à la formule Rb^2O^3 (trouvé pour 100 : Rb 77,65 au lieu de 78,08). Il y a eu en même temps une légère attaque de la nacelle. De plus, il se produit durant la dissociation une volatilisation continue de peroxyde ou de trioxyde qui vient se déposer sur le tube de verre chauffé et s'y décompose en dégageant tout son oxygène actif. Cette volatilisation, qui devient beaucoup plus rapide au-dessus de 600°, ne permet pas d'observer si le trioxyde Rb^2O^3 se dissocie à son tour à une température convenable.

Le trioxyde Rb^2O^3, dont l'existence est ainsi nettement démontrée, s'obtient plus facilement en combinant à un poids déterminé de rubidium la quantité théorique d'oxygène et chauffant jusqu'à fusion. La densité de la masse noire ainsi obtenue, prise dans le toluène et rapportée à l'eau distillée à 0°, est de 3,53, bien différente de la moyenne des densités du bioxyde et du peroxyde, qui sont respectivement de 3,65 et 3,05. Son point de fusion est inférieur à 500°, tandis que le bioxyde et le peroxyde fondent au-dessus de 600°.

En définitive, ces expériences établissent dans l'oxydation directe du

rubidium la formation d'un oxyde noir intermédiaire entre le bioxyde et le peroxyde. Cet oxyde, qui se forme régulièrement en dissociant le peroxyde Rb^2O^4 aux environs de 550° dans le vide, correspond à la formule Rb^2O^3. Il y a donc analogie complète entre les oxydes supérieurs de cæsium, de rubidium et de potassium produits par l'action directe de l'oxygène sur le métal.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides dioximidosucciniques isomères.* Note de M. **A. Wahl**, présentée par M. A. Haller.

L'acide dioximidosuccinique a été obtenu en faisant réagir, sur le dioxytartrate de sodium, soit le nitrate, soit le chlorhydrate d'hydroxylamine (Muller, *D. chem. G.*, t. XVI, p. 2985; Söderbaum, *Ibid.*, t. XXIV, p. 1223). Dans cette dernière réaction il se forme un mélange d'acide nitrosocyanacétique et d'acide ββ-dioximidosuccinique. Celui-ci peut ensuite se transformer, sous certaines influences, en un produit isomérique : l'acide αα-dioximidosuccinique, qui se distingue du premier par l'orientation différente des hydroxyles dans l'espace,

$$\begin{array}{ccc} HOOC-C & \text{———} & C-COOH, \\ \| & & \| \\ N-OH & & HO-N \end{array} \qquad \begin{array}{c} HOOC-C-C-COOH, \\ \quad\ \ \|\quad\ \ \| \\ HON\quad N-OH \end{array}$$

Acide ββ. Acide αα.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 56) j'ai signalé que les nombreuses tentatives que j'ai faites pour isoler l'acide ββ-dioximidosuccinique, parmi les produits de l'action du chlorhydrate d'hydroxylamine sur le dioxytartrate de sodium, avaient échoué jusque-là.

J'avais pensé obtenir cet acide par la saponification de l'éther correspondant dont j'ai décrit la préparation (*loc. cit.*); cette réaction ne m'a fourni qu'un produit de saponification partielle, l'isonitroso-isoxazolone carbonate d'éthyle.

J'ai alors essayé une nouvelle fois d'appliquer la méthode de M. Söderbaum à un dioxytartrate de sodium d'une autre provenance [1].

La solution éthérée provenant d'extractions multiples du produit de la réaction par de l'éther fournit, après évaporation, un liquide épais qui, abandonné dans le vide, se

[1] Celui-ci m'a été gracieusement offert par la *Badische Anilin und Sodafabrik*.

solidifie complètement en une masse cristalline légèrement jaunâtre. Celle-ci est constituée par un mélange de plusieurs produits qu'on réussit à séparer après une longue suite de cristallisations fractionnées dans un mélange d'éther anhydre et de benzène. On isole ainsi :

1° Une faible quantité d'aiguilles transparentes qui, recristallisées dans l'eau, forment des cristaux bien définis s'effleurissant dans l'air sec et présentant tous les caractères de l'acide oxalique (P. F. 190°);

2° Des cristaux transparents possédant la composition de l'acide isonitrosocyanacétique dont la présence a déjà été signalée par M. Söderbaum;

3° Des agrégats hémisphériques formés de prismes groupés autour d'un centre. Ces cristaux, séchés dans le vide, deviennent opaques et ont alors une composition correspondant sensiblement à

$$C^4H^4N^2O^6 + \tfrac{1}{2}C^6H^6.$$

Après une dessiccation dans l'étuve à 190°, ou dans le vide au bain-marie, ils perdent leur benzine de cristallisation et ont alors exactement la composition de l'*acide dioximidosuccinique* $C^4H^4N^2O^6$. (Trouvé : C 27,41; H 2,55; N 16,10. Calculé : C 27,28; H 2,27; N 15,91.)

L'acide ainsi obtenu est un corps blanc, très soluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, insoluble dans la benzine et l'éther de pétrole. Les cristaux sont très durs; chauffés dans un tube étroit, ils fondent à 168°-170° en se décomposant; leur solution aqueuse donne avec le nitrate d'argent et l'acétate de calcium des précipités blancs, avec l'acétate de cuivre un précipité vert volumineux se transformant par le chauffage ou le repos en un produit cristallin bleu vert.

Ces caractères différencient cet acide des deux isomères de M. Söderbaum qui fondent l'un et l'autre à 145°-150°, et dont l'un, l'acide ββ, donne avec l'acétate de cuivre un précipité vert sale devenant brun. Je me propose d'élucider d'une manière plus complète la raison de ces différences.

La préparation de l'acide dioximidosuccinique pur étant une opération assez longue et les rendements étant faibles (10 pour 100 du poids de dioxytartrate de sodium) j'ai essayé entre temps sur le dioximidosuccinate d'éthyle les procédés d'isomération que M. Söderbaum a appliqués à son acide ββ-dioximidosuccinique.

Isomérie du dioximidosuccinate d'éthyle. — Si l'on fait passer un courant d'acide chlorhydrique sec dans une solution de dioximidosuccinate d'éthyle (P. F. 196°) dans l'éther anhydre, on ne constate, sauf un léger échauffement, aucun autre phénomène. Mais si l'on évapore cette solution dans le vide en présence de potasse elle laisse un résidu blanc cristallisé qui

n'est plus le corps primitif, quoiqu'il en possède encore la composition centésimale.

Ce composé, recristallisé dans l'eau, forme des aiguilles très ténues, enchevêtrées, fondant vers 140° et dont la composition est sensiblement celle de $C^8H^{12}N^2O^6$. La purification de ce produit s'effectue par l'intermédiaire du *sel d'argent* qui s'obtient par l'addition du nitrate d'argent à sa solution aqueuse. Recristallisé dans l'eau ce sel d'argent forme de beaux cristaux blancs, explosifs et noircissant à l'air; ils possèdent la composition $C^8H^{12}N^3O^9Ag$ d'un produit d'addition

$$C^8H^{12}N^2O^6 + NO^3Ag = C^8H^{12}N^3O^9Ag.$$

En effet, la décomposition de ce produit par la quantité théorique de chlorure de sodium, fournit du chlorure d'argent, du nitrate de sodium et le produit organique à l'état de pureté parfaite.

Celui-ci possède maintenant exactement la composition du dioximidosuccinate d'éthyle primitif: de plus, les poids moléculaires déterminés par la cryoscopie dans l'acide acétique sont identiques. Ce nouvel éther est un *dioximidosuccinate d'éthyle isomère* du premier dont il se distingue par son point de fusion (143)°, par sa solubilité dans l'eau et par sa réaction avec le nitrate d'argent.

L'acide chlorhydrique n'est pas le seul agent capable de produire cette isomérisation; le chlorure d'acétyle conduit exactement au même résultat. Au contraire, l'anhydride acétique donne exclusivement le *diacétate* du dioximidosuccinate d'éthyle, cristallisé en prismes incolores fondant à 105°.

Je me propose de rechercher la nature de cette isomérie du dioximidosuccinate d'éthyle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dibromures des éthers phénoliques allyliques; formation de cyclopropanols.* Note de MM. **Tiffeneau** et **Daufresne**, présentée par M. A. Haller.

Les travaux de Pond, Hell, Hœring [1] ont montré que les dibromures des éthers phénoliques propényliques échangent facilement, contre un oxhydryle, l'atome de brome le plus voisin du noyau aromatique pour donner les bromhydrines correspondantes

$$Ar - CHBr - CHBr - CH^3 \rightarrow Ar - CHOH - CHBr - CH^3.$$

(1) Pond, *J. Am. ch. Soc.*, t. XXIV, p. 327; t. XXV, p. 262. — Hell, *D. ch. Ges.*, t. XXXVII, p. 1128. — Hœring, *D. ch. Ges.*, t. XXXVII, p. 1542; t. XXXVIII, p. 2296, 3464.

Nous avons observé chez les dibromures des éthers phénoliques allyliques (¹) une sensibilité analogue du Br le moins éloigné; c'est ainsi que, par chauffage avec de l'acétate de K alcoolique, ces dibromures fournissent des acétobromhydrines

$$Ar - CH^2 - CHBr - CH^2Br \rightarrow Ar - CH^2 - CH(O - CO - CH^3) - CH^2Br.$$

Ces acétobromhydrines possèdent la propriété inattendue de se transformer en cyclopropanols lorsqu'on les chauffe avec la potasse alcoolique

$$Ar - CH^2 - CH(OCO - CH^3) - CH^2Br \rightarrow Ar - \underset{\diagdown \; \diagup \atop CH^2}{CH - CHOH}.$$

Les cyclopropanols ainsi obtenus se caractérisent par leur facile transformation en aldéhydes hydratropiques $Ar - CH\left\langle {CHO \atop CH^3} \right.$ et par l'élévation notable de leurs densités ou des densités de leurs acétates; ils se distinguent particulièrement des oxydes d'éthylène isomères $Ar - \underset{\diagdown \; \diagup \atop O}{CH - CH} - CH^3$ ou $Ar - CH^2 - \underset{\diagdown \; \diagup \atop O}{CH - CH^2}$ parce que ceux-ci possèdent des densités inférieures d'environ 0,06 et qu'ils se transforment les premiers en arylacétones $Ar - CH^2 - CO - CH^3$ (Hœring), les seconds en aldéhydes hydrocinnamiques $Ar - CH^2 - CH^2 - CHO$ (Fourneau et Tiffeneau).

Cette curieuse cyclisation peut être rapprochée des suivantes :

$$CN - CH^2 - CH^2 - CH^2Cl \xrightarrow{-HCl} CN - CH\left\langle {CH^2 \atop | \atop CH^2} \right. \quad \text{Henry (}^2\text{)},$$

$$CH^3 - CO - CH^2 - CH^2 - CH^2Br \xrightarrow{-HBr} CH^3 - CO - CH\left\langle {CH^2 \atop | \atop CH^2} \right. \quad \text{Lipp (}^3\text{)}.$$

C'est toutefois le premier exemple de cyclopropanol qui soit connu.

(¹) Dans un travail personnel, M. Daufresne a observé que les dibromures des composés allyliques non éthers phénoliques se comportent normalement.

(²) Henry, *Bull. Ac. roy. Belg.*, 3e série, t. XXXVII, p. 17.

(³) Lipp, *D. ch. Ges.*, t. XXII, p. 207; Idzkowska et Wagner, *J. R. ph. ch. G.*, t. XXX, p. 259.

I. Dibromure d'estragol. — Il s'obtient en bromant à froid l'estragol en solution dans CS^2; il distille vers 188°-192° sous 18mm, en se décomposant $d_{17} = 1639$.

a. Action de l'acétate de potassium et de la potasse alcoolique. — Le dibromure brut, chauffé 12 heures avec une solution alcoolique d'acétate de K, fournit une acétobromhydrine difficilement entraînable à la vapeur d'eau et distillant péniblement avec décomposition vers 160° sous 13mm; $d_0 = 1,249$. On chauffe 12 heures cette acétobromhydrine avec KOH alcoolique; dès la première rectification, on isole une fraction à 145°-160° sous 15mm qui cristallise spontanément; on purifie par cristallisation dans un mélange de benzine et d'éther de pétrole; on obtient des aiguilles fusibles à 79° et possédant la formule $C^{10}H^{12}O^2$ (anisylcyclopropanol).

b. Action du carbonate neutre de potassium. — Par simple ébullition de 24 heures avec une solution aqueuse de CO^3K^2, le dibromure d'estragol fournit d'emblée le composé fusible à 79° souillé d'aldéhyde *p.*-méthoxyhydratropique provenant de son isomérisation.

L'anisylcyclopropanol $OCH^3 - C^6H^4 - \underset{\diagdown\ \diagup \atop CH^2}{CH - CHOH}$ s'altère peu à peu sous le vide sulfurique; distillé à la pression ordinaire, il bout vers 250°-260° en s'isomérisant en aldéhyde *p.*-méthoxyhydratropique déjà décrite (éb. 253°-255°; $d_0 = 1,089$; acide correspondant fusible à 58°; oxime, F. 98°; semicarbazone, F. 136°); par entraînement à la vapeur d'eau sur l'acide sulfurique dilué, on obtient la même aldéhyde.

Chauffé au bain-marie avec de l'anhydride acétique, l'anisylcyclopropanol fournit un acétate (éb. 164°-165° sous 13mm; $d_0 = 1,123$; la densité des oxydes $C^{10}H^{12}O^2$ est d'environ 1,080 (¹), celle de l'acétate de l'alcool $C^{10}H^{14}O^2$ est de 1,021 (²).

II. Dibromure de safrol. — On le prépare de même en bromant à froid le safrol en solution dans CS^2. Par traitement à l'acétate de K, puis par KOH alcoolique, on obtient un alcool $C^{10}H^{10}O^3$ bouillant vers 170°-178° sous 15mm; $d_0 = 1286$. C'est également un cyclopropanol, car il s'isomérise en aldéhyde méthylène-dioxyhydratropique (semicarbazone, F. 158°; oxime, F. 71°); de plus, il fournit un acétate de densité 1,255 à 0°. L'oxyde d'éthylène $C^{10}H^{10}O^3$ a pour densité, à 17°, 1,2128 (³), et l'alcool $O^2CH^2 - C^6H^3 - CHOHCH^2CH^3$ a pour densité, à 15°, 1,189 (⁴).

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le lait amer.* Note de MM. Trillat et Sauton, présentée par M. Roux.

Les résultats que nous avons précédemment publiés, concernant la présence de l'amertume dans le vin et les fromages, nous ont amenés à

(¹) Hoering, *D. ch. G.*, t. XXXVIII, p. 3479.
(²) Klages, *D. ch. G.*, t. XXXV, p. 2263.
(³) Hoering, *loc. cit.*, p. 3481.
(⁴) Mameli, *Atti R. Acad. d. L. Roma*, 5e série, t. XIII, II, p. 315.

étudier l'amertume dans le lait et à examiner si sa formation n'était pas également caractérisée parfois par la présence d'aldéhydes et d'ammoniaque.

L'amertume du lait a déjà fait l'objet de nombreux travaux. Les auteurs qui s'en sont occupés l'attribuent soit à un état particulier de la vache, soit à une action microbienne.

Dans le premier cas, elle est perceptible immédiatement après la traite et peut être produite par différentes causes, telles que l'ingestion de certains aliments (Girard) comme le lupin, l'aloës, la gentiane, l'absinthe, etc.; l'âge de l'animal (Hesse), une lactation avancée et surtout certaines affections de la mamelle (Harrison).

Dans le deuxième cas, le seul intéressant pour nous, c'est-à-dire quand l'amertume est due à une action microbienne, elle ne se développe au contraire dans le lait que plusieurs heures après la traite. Elle peut résulter, d'après les auteurs, de l'action d'organismes très différents : *Bac. butyricus* (Hueppe), *Bac. subtilis, Tyrothrix geniculatus* (Duclaux), *Micrococcus casei amari* (Freudenreich), *Saccharomyces lacti* (O'Collaghan), etc. Harrison attribue le goût amer que prend le lait à une *Torula* qu'il nomme *amara*, dont il a étudié les formes de culture et de sporulation. On voit donc qu'il n'y a pas à proprement parler de bactérie du lait amer.

Enfin, quelques auteurs attribuent l'amertume du lait à la formation de peptones : cette cause en tous cas n'est pas unique, car l'amertume n'est pas toujours accompagnée de production de peptones. Freudenreich est parvenu à isoler d'un lait, ensemencé avec le *Micrococcus casei amari*, un résidu amer ne contenant pas de peptones, mais des substances analogues au caramel.

Les essais que nous avons effectués nous ont amenés : 1° à déceler la présence d'aldéhydes et d'ammoniaque dans des laits amers; 2° à reproduire artificiellement l'amertume en additionnant le lait d'aldéhydes et d'ammoniaque, ou mieux, en y provoquant, par un ensemencement approprié, la formation de ces deux corps.

I. Pour rechercher la présence d'aldéhydes dans des laits amers, nous avons opéré de la manière suivante : 50^{cm^3} de lait, étendus de leur volume d'eau, sont neutralisés jusqu'à légère acidification par l'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$. On recueille, par distillation, la moitié du liquide, en prenant les précautions nécessaires, déjà indiquées, pour éviter l'oxydation de l'alcool et les pertes d'aldéhydes. Celles-ci sont dosées par la méthode colorimétrique modifiée au bisulfite de rosaniline. On a eu soin, dans tous les essais, d'opérer comparativement avec des laits non amers, dans des conditions rigoureuse-

ment identiques. Les laits témoins n'ont jamais donné d'aldéhydes. Par contre, les laits amers nous en ont fourni des doses variant de 2^{mg} à 45^{mg} par litre. Nous avons expérimenté sur le *B. lact. amari*, le *B. subtilis* auquel on attribue l'amertume fréquente du lait bouilli, et sur quelques levures de lactose.

La recherche de l'ammoniaque a été effectuée par la méthode que nous avons déjà indiquée (*Comptes rendus*, 8 mai 1905). Il est intéressant de constater que le *B. subtilis* et le *B. lactis amari* donnent à la fois de l'ammoniaque et des traces d'aldéhydes.

II. L'addition de petites doses d'aldéhydes et d'ammoniaque dans des laits frais leur communique après un temps variable, selon leur composition et la température, une saveur amère, souvent très fugace.

Mais l'expérience réussit particulièrement bien en ensemençant le lait simultanément par des germes produisant les uns des aldéhydes, les autres de l'ammoniaque. Dans ce but, nous nous sommes adressés aux levures de lactose qui produisent, comme nous l'avons indiqué précédemment, des quantités notables d'aldéhydes et à des *Tyrothrix* ou aux bacilles de Flügge qui forment de l'ammoniaque. Les laits étaient ensemencés soit simultanément par ces deux séries de germes, soit séparément, comme moyen de contrôle. En même temps que l'amertume des laits, on constatait la présence d'aldéhydes et d'ammoniaque.

Le Tableau suivant indique les dispositions de nos expériences et les résultats (¹) :

	Nature des germes.				
Nos.	Microbes produisant des aldéhydes.	Microbes produisant de l'ammoniaque.	Amertume.	Aldéhydes exprimées en aldéhyde acétique.	Ammoniaque.
				mg	mg
I.	Levure I (Camembert)	» ...	néant	45	0
II.	Levure I (»)	+B. Flügge V...	*très amer*	45	25
III.	Levure II (»)	» ...	néant	42	0
IV.	Levure II (»)	+B. Flügge V...	*très amer*	40	23
V.	Levure III (Coulommiers)	» ...	néant	37	0
VI.	Levure III (»)	+B. Flügge V...	*très amer*	37	22
VII.	Levure XI (Mont d'Or)	» ...	néant	35	0
VIII.	Levure XI (»)	+B. Flügge V...	*très amer*	35	23
IX.	»	B. Flügge V...	néant	0	23

Comme on le voit, l'amertume ne s'est jamais produite dans les ensemencements séparés : les résultats ont été, au contraire, positifs dans les laits contenant à la fois des levures de lactose et des ferments ammoniacaux.

(¹) Ces diverses levures nous ont été fournies par M. Mazé. Il eût été d'un grand intérêt d'expérimenter avec la *Torula amara* de Harrison. Malheureusement, nous n'avons pas pu nous la procurer, l'auteur lui-même ne l'ayant pas conservée.

En résumé, il résulte de nos essais que l'amertume du lait, et par suite celle des fromages, pourra se produire chaque fois qu'il aura été contaminé par un germe capable de produire chaque fois des aldéhydes et de l'ammoniaque, ou par plusieurs espèces microbiennes fournissant les unes des aldéhydes, les autres de l'ammoniaque.

Ces conditions se rencontrent dans la pratique et peuvent expliquer ainsi pour une partie l'origine des laits amers.

ANATOMIE. — *Sur la présence de ganglions sympathiques situés au-dessous des ganglions spinaux : ganglions micro-sympathiques, hypo-spinaux.* Note de MM. G. **Marinesco** et **J. Minea**, présentée par M. Laveran.

En étudiant, à l'aide de la méthode de Cajal, les ganglions spinaux en coupes sériées dans plusieurs cas de tabès, de compression de la moelle et même à l'état normal, nous avons découvert, au voisinage du nerf spinal sous-ganglionnaire et tout près du ganglion correspondant, de petits ganglions sympathiques inappréciables à l'œil nu et visibles seulement dans les sections microscopiques.

Pour retrouver ces ganglions, il est nécessaire de prendre la précaution suivante : après avoir disséqué les ganglions spinaux avec leurs racines périphériques, il faut enlever en même temps le tissu graisseux qui, à ce niveau, enveloppe le nerf périphérique sous-ganglionnaire. En général, ces ganglions sont situés immédiatement en dehors ou au-dessous du ganglion spinal correspondant; nous n'avons jamais trouvé de semblables formations au-dessus du ganglion. Bien que, dans la grande majorité des cas, on puisse considérer ces ganglions comme microscopiques, nous avons vu des cas où l'on pouvait les distinguer à l'œil nu sur quelques sections et il est probable qu'il en eût été de même ailleurs, si la dissection avait été pratiquée avec attention, car leur volume peut atteindre celui d'un grain de millet. Par conséquent la masse de cellules peut être concentrée dans un seul ganglion sympathique ou bien diffuse dans de petits ganglions disséminés dans le tissu graisseux si abondant à ce niveau. On peut dire que leur nombre est en rapport inverse avec leur volume; nous en avons compté jusqu'à huit au-dessous du deuxième ganglion sacré, dans un cas de myélite. Leur forme générale est sphérique, parfois allongée, ovoïde ou même fusiforme. Assez souvent, il est facile de constater que ces ganglions possèdent un rameau communiquant qui se détache de la région du nerf sous-ganglionnaire situé tout près du ganglion spinal.

Le rameau communiquant ayant une longueur variable, nous trouvons les ganglions micro-sympathiques à une distance plus ou moins grande du nerf sous-ganglionnaire. Parfois, ce rameau est si court que le ganglion micro-sympathique est appliqué immédia-

tement sous le nerf spinal. Enfin, éventualité du reste très rare, le ganglion est réduit à quelques cellules situées entre les fibres nerveuses du nerf spinal sous-ganglionnaire, ou même il siège au pôle inférieur du ganglion spinal.

D'autres fois, les ganglions sont en rapport direct avec le rameau communiquant du ganglion sympathique correspondant; dans ce dernier cas, ils sont situés sur le trajet de ce dernier ou bien sur ses ramifications. Lorsque les ganglions micro-sympathiques sont réunis, ils peuvent être reliés entre eux par des cordons microscopiques et constituer alors un véritable système micro-sympathique.

Il est très probable que les formations cellulaires que nous venons de décrire représentent des équivalents anatomiques et physiologiques du grand sympathique pré-vertébral. Tout d'abord, leur structure fine le prouve; en effet, les cellules qu'ils contiennent sont toutes multipolaires et la forme ainsi que le trajet de leurs prolongements présentent les caractères des cellules sympathiques décrits par Cajal [1] et confirmés par l'un de nous [2]. Une autre preuve de la nature sympathique de ces cellules consiste dans le rapport des ganglions avec les rameaux communiquants. Il est beaucoup plus difficile de préciser le trajet des fibres efférentes qui sortent des ganglions micro-sympathiques; quelle est leur destination? Vont-elles rejoindre le cordon sympathique? Servent-elles à la nutrition des tissus voisins? Il est difficile de répondre à ces questions; en tout cas, personne, que nous sachions, n'a décrit jusqu'à présent ces ganglions et même, si d'autres auteurs avaient constaté leur présence, leur nature sympathique n'aurait pu être démontrée qu'avec la méthode de Cajal.

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'activité néphro-poïétique du rein fœtal.* Note de MM. **P. Carnot** et **A. Lelièvre**, présentée par M. Chauveau.

Nous avons montré, dans une précédente Communication [3], que pendant la phase de prolifération rénale qui succède à une néphrectomie unilatérale, le sang d'une part, l'organe en régénération d'autre part,

---

(1) R. y Cajal, *Tipos celulares de los ganglions sensitivos, del hombre y mamiferos* (*Trabajos del Laboratorio de investigaciones biologicas*, t. IV, fasc. 1° y 2°, Madrid, 1905).

(2) G. Marinesco, *Quelques recherches sur la morphologie normale et pathologique des cellules des ganglions spinaux et sympathiques de l'homme* (*Le Névraxe*, t. VIII, fasc. 1, 1906).

(3) *Comptes rendus*, 2 avril 1907.

administrés à des animaux neufs, provoquent chez eux une prolifération rénale de même ordre, que l'examen histologique permet d'apprécier nettement. La régénération d'un organe est donc, en partie, provoquée par l'action spécifique d'une substance qui excite la prolifération cellulaire et qui produit les mêmes effets chez des animaux neufs.

Cette substance paraît, d'autre part, exister toutes les fois que l'organe prolifère activement. Or, la prolifération la plus active se manifestant au cours du développement embryonnaire, on peut se demander si l'absorption d'organes fœtaux ne provoque pas, chez des animaux adultes, une active prolifération cellulaire au niveau de l'organe correspondant : c'est, en effet, ce que l'on constate très nettement après l'absorption de reins fœtaux.

Nous avons utilisé, pour ces expériences, le rein fœtal de différentes espèces animales, celui du mouton (un mois à trois mois et demi de gestation), celui du veau (de trois mois à cinq mois de gestation), celui du porc (fœtus de 7^{cm} environ) : ces organes étaient administrés, sous forme d'extraits aqueux ou de poudre desséchée, par voie sous-cutanée ou par ingestion : des doses moyennes de 0g,10 à 0g,50 de poudre étaient suffisantes pour provoquer l'hyperplasie; les résultats étaient surtout marqués du quinzième au vingtième jour; ils étaient très nets chez le lapin et surtout chez le cobaye.

Les phénomènes constatés sont les suivants :

Macroscopiquement, il y a une légère augmentation du rapport du poids total des reins au poids du corps (11 pour 1000 environ chez le cobaye, au lieu de 8 à 9; 7 pour 1000 environ chez le lapin); mais les différences individuelles enlèvent à ces chiffres une partie de leur valeur.

Histologiquement, on constate, dans les différents segments du tube urinaire, des preuves évidentes de prolifération, de même ordre que celles que nous avons signalées après injection de sérum ou ingestion d'extrait rénal provenant d'animaux en régénération active, mais peut-être plus intense encore.

Les *glomérules* participent au processus hyperplasique : ils sont volumineux et contiennent un nombre anormal de noyaux; il n'est pas rare, par exemple, de compter 120, 128, 134 noyaux par glomérule, chez le lapin, au lieu de 80 à 90 noyaux, ce qui représente le chiffre moyen. Ces noyaux sont tassés dans certaines travées, contigus les uns aux autres, avec des figures de division directe à différents stades. On observe fréquemment des néoformations dérivant d'un tube vecteur, au voisinage du hile vasculaire d'un glomérule, et dont l'examen, à plusieurs stades, donne à penser à la genèse de néo-glomérules.

Les *tubes contournés* présentent une prolifération importante ; on observe, très fréquemment, plusieurs rangs superposés de cellules : souvent l'intérieur même du tube est rempli de cellules conservant encore des caractères de vitalité ; parfois la lumière du tube est aréolaire. Les noyaux sont, très fréquemment, multiples; les noyaux doubles extrêmement nombreux : on observe souvent aussi des noyaux tri-

ples, quadruples ou quintuples ; on peut observer une prolifération nucléaire beaucoup plus considérable encore et des cellules à 7, 8, 10 et même 15 noyaux, réalisant un véritable plasmodium occupant une partie du tube urinaire : ces proliférations se font généralement par division directe.

Les *tubes vecteurs* sont en prolifération intense ; mais leur lumière reste libre : leur revêtement épithélial n'a qu'une seule assise ; mais on y constate fréquemment des karyokinèses : nous en avons compté jusqu'à trois sur la section d'un même tube. De certains tubes vecteurs partent des bourgeons pleins qui semblent en rapport avec une néoformation glomérulaire et tubulaire.

En dehors des tubes, on n'observe aucune inflammation interstitielle, aucun amas leucocytaire, aucune sclérose.

Ces différentes preuves de prolifération rénale ont été constamment retrouvées, avec une intensité variable, dans les douze cas que nous avons examinés. Elles montrent que le rein embryonnaire contient des substances néphro-poïétiques tout particulièrement actives, qui, d'après quelques essais thérapeutiques, semblent agir également chez l'homme dans certains cas d'altérations rénales.

PHYSIOLOGIE. — *Mode d'action du salicylate de soude sur l'excrétion urique.* Note de M. **Pierre Fauvel**, présentée par M. Edmond Perrier.

Lorsqu'on administre une dose suffisante de salicylate de soude à un sujet dont l'alimentation contient des purines ou xanthines, on observe une augmentation brusque de l'excrétion des xantho-uriques et de l'acide urique et l'on attribue ce résultat à une dissolution, par le salicylate, du stock d'acide urique accumulé dans l'organisme. Mais, fait intéressant, quand on cesse de donner du salicylate, l'excrétion urique tombe ensuite *au-dessous de la normale,* bien que l'urine continue à donner encore très nettement, pendant 24 heures, la réaction de l'acide salicylique.

Exemple. — Un sujet F., âgé de 40 ans, jouissant d'une excellente santé, étant depuis longtemps au régime lacto-végétal, on introduit dans sa ration quotidienne 200^g de haricots, aliment riche en purines.

Pendant 3 jours, la moyenne de l'excrétion des xantho-uriques est de $0^g,489$ par 24 heures; celle de l'acide urique, de $0^g,433$. Le quatrième jour, l'ingestion de 3^g de salicylate fait monter ces chiffres respectivement à $0^g,672$ et à $0^g,609$. Le lendemain, les xantho-uriques tombent à $0^g,420$, et l'acide urique à $0^g,331$, chiffres *inférieurs* à la moyenne des 3 jours antérieurs à l'ingestion du salicylate.

Il en est de même avec les méthyl-xanthines. On introduit, par exemple, pendant plusieurs jours, dans la ration du sujet précédent, 100^g par jour de chocolat, contenant 1^g,43 de théobromine. Pendant 3 jours, l'excrétion moyenne est alors de 0^g,558 pour les xantho-uriques, de 0^g,253 pour l'acide urique. Le quatrième jour, 3^g de salicylate de soude font monter les xantho-uriques à 0^g,735, l'acide urique à 0^g,492; le lendemain, les xantho-uriques tombent brusquement à 0^g,368, l'acide urique à 0^g,150, subissant ainsi une diminution considérable.

Le salicylate de soude agit-il simplement en dissolvant de l'acide urique accumulé dans l'organisme, ou bien en augmentant la *production* de cet acide?

Voici comment j'ai tenté de résoudre la question :

Le sujet F., 40 ans, 1^m,72, pesant 66^{kg},6, suivant depuis plusieurs années le régime végétarien, est mis, *pendant plusieurs mois,* à un régime sans purines, en prenant toutes les précautions voulues pour éliminer toute accumulation antérieure d'acide urique. Le sujet est mis ensuite, *pendant plusieurs semaines,* à un régime aussi dépourvu de purines qu'il est possible de le réaliser, *tous les jours identique qualitativement ou quantitativement,* et ainsi composé : biscuits *Breakfasts,* 60^g; pain, 300^g; pommes de terre, 240^g; choux, 40^g; farine de maïs, 40^g; beurre de coco, 40^g; miel, 40^g; confitures, 40^g; orange, 100^g, ce qui correspond à : albumine, 38^g,3; hydrates de carbone, 346^g; graisses, 58^g; calories, 2051.

L'excrétion urique est alors réduite strictement au minimum d'origine endogène et est, en moyenne par 24 heures, de 0^g,385 pour les xantho-uriques et de 0^g,264 pour l'acide urique.

Au bout de plusieurs jours, sans rien changer au régime, qui restera constant pendant les 50 jours que durera l'expérience, on donne 3^g de salicylate de soude; les xantho-uriques montent immédiatement à 0^g,620, l'acide urique à 0^g,525, puis le lendemain tombent respectivement à 0^g,273 et 0^g,068, *très au-dessous de la normale qui ne sera atteinte de nouveau qu'au bout de 3 jours.*

On donne alors 3^g de salicylate de soude pendant 3 jours consécutifs. L'excrétion moyenne de ces 3 jours est de 0^g,539 pour les xantho-uriques et de 0^g,473 pour l'acide urique. Le maximum a été atteint le deuxième jour, mais les chiffres du troisième sont encore très au-dessus de la normale. Le lendemain du dernier jour de salicylate, les xantho-uriques tombent à 0^g,236, l'acide urique à 0^g,120, c'est-à-dire *très au-dessous de la normale,* bien que l'urine présente encore fort nettement, pendant plus de 24 heures, la réaction de l'acide salicylique.

Ce dernier fait m'a donné l'idée d'expérimenter avec des doses croissantes de salicylate de soude et j'ai constaté alors que des doses faibles *diminuent l'excrétion urique au lieu de l'augmenter.*

Ainsi, en donnant 1g de salicylate, on obtient : xantho-uriques 0g,273, acide urique 0g,151; le lendemain, avec 2g de salicylate : xantho-uriques 0g,285, acide urique 0g,248, *chiffres encore au-dessous de la normale;* le surlendemain, avec 3g de salicylate : xantho-uriques 0g,471, acide urique 0g,420; le quatrième jour, avec 4g de salicylate : xantho-uriques 0g,609, acide urique 0g,581.

On cesse alors le salicylate et les xantho-uriques tombent brusquement à 0g,268, l'acide urique à 0g,188, et ce n'est qu'au bout de 5 jours que la normale est atteinte de nouveau.

Enfin, si nous faisons la moyenne de ces 20 jours consécutifs, comprenant trois périodes au salicylate (8 jours), alternant avec trois périodes sans salicylate (12 jours), nous obtenons 0g,386 pour les xantho-uriques et 0g,299 pour l'acide urique, chiffres presque identiques à la moyenne des 8 jours précédant cette expérience : xantho-uriques 0g,385, acide urique 0g,264.

Nous pouvons donc en conclure que le salicylate de soude n'augmente pas la production de l'acide urique et des xantho-uriques, et qu'il en modifie seulement l'excrétion. *A faible dose* (1g à 2g pour le sujet considéré), *il diminue l'excrétion urique;* à partir de 3g il l'augmente, aussi bien avec un régime sans purines qu'avec un régime contenant des purines ou des méthylxanthines; *puis dans les 24 heures qui suivent la cessation de l'usage du salicylate, cette augmentation est suivie d'une forte diminution au-dessous de la normale.* Le salicylate, à dose suffisante, semble donc agir en accélérant l'excrétion *et en faisant éliminer ainsi une partie de l'acide urique normalement contenu dans nos tissus;* quand son action vient à cesser, l'excrétion diminue jusqu'à ce que l'organisme ait reconstitué cette réserve *normale,* puis ce résultat atteint, la production quotidienne d'acide urique endogène est de nouveau éliminée au fur et à mesure.

Tel semble du moins être le cas chez un sujet *sain,* suivant un régime sans xanthines [1].

---

(1) Les xantho-uriques ont été dosés par la méthode de Haycraft-Denigès, l'acide urique par celle de Folin et Shaffer. Pendant toute la durée de l'expérience, l'urine n'a jamais donné de précipité d'acide urique avec HCl.

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'une mâchoire humaine dans une brèche quaternaire à industrie paléolithique.* Note de **A. Favraud**, présentée par M. Albert Gaudry.

J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une découverte que je viens de faire au Petit-Puymoyen, près Angoulême (Charente). J'y ai exploré une brèche calcaire descendant une pente surmontée de rochers formant abri. Cette formation, atteignant au plus $0^m,50$ de puissance, se moulait sur les accidents de la déclivité; elle était fort compacte, et contenait des restes d'industrie et des reliefs de repas de l'homme quaternaire; je dois noter spécialement un grand nombre d'instruments en pierre, pointes et racloirs d'un beau travail, se rapportant aux types *moustériens*. La faune, représentée par beaucoup de débris osseux, comprend le Cheval, le Renne, le Bœuf, comme espèces dominantes. J'ai rencontré, sous une couche archéologique relativement meuble, un lambeau de brèche extrêmement résistante formant un magma d'os et de silex, où était engagée une mâchoire inférieure humaine. Elle n'était accompagnée d'aucun débris plus récent, ni d'aucun autre reste humain. J'ai prié M. l'abbé Breuil, de passage à Angoulême, de venir contrôler les conditions du gisement; il considère, comme moi, qu'il faut écarter toute idée de remaniement, et que cette mandibule date, sans contestation possible, du paléolithique.

Elle appartient au côté gauche et comprend la symphyse mentonnière; la dentition en était terminée; on voit les alvéoles de quatre incisives et d'une canine; les deux prémolaires et les deux premières arrière-molaires subsistent entières; de la dernière arrière-molaire il ne reste qu'une partie de l'alvéole, très large. Il ne semble pas que cette dentition présente de particularités bien accusées.

Il en est tout autrement d'un autre caractère que me signala, dès le premier instant, M. l'abbé Breuil et sur lequel il convient d'insister. Le menton, au lieu de se projeter en avant comme dans les races européennes actuelles et dans la race quaternaire de Cro-Magnon, tombe droit. C'est un caractère qui, aujourd'hui, ne se retrouve que dans les races inférieures, en particulier chez les Australiens et les nègres.

Il a été signalé pour les mandibules découvertes à La Naulette, à Arcy, à Spy, à Krapina, à Malarnaud, à Grimaldi, dans des conditions qui écartent la possibilité d'une erreur sur leur âge reculé. La mâchoire du Petit-Puy-

moyen est la neuvième de cette remarquable série. On ne saurait trop souligner la gravité de cette concordance.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les relations entre l'érosion glaciaire et l'érosion fluviale.* Note de M. **Jean Brunhes**, présentée par M. de Lapparent.

Plus on compare les formes dites *glaciaires*, c'est-à-dire les formes des lits d'anciens glaciers, et les formes des lits actuels des cours d'eau, plus on s'aperçoit que certains traits regardés comme distinctifs de l'érosion glaciaire se retrouvent aussi dans les chenaux parcourus par les eaux courantes ou fluviales.

On dit souvent que, si la glace des glaciers est capable de remonter les pentes, les eaux au contraire s'écoulent seulement en suivant la pente; cela vient de ce que nous semblons juger l'écoulement des cours d'eau d'après la seule allure des filets et des molécules de la surface. Si nous examinions de plus près l'allure réelle des eaux, nous constaterions que les filets remontent bel et bien les pentes tout comme la glace. On sait, par exemple, que le lit se creuse fortement tout près de la rive concave d'un méandre, et ce creux ne reste avivé, il ne se maintient que parce que les eaux balayent sans cesse le fond du creux pour remonter ensuite la contre-pente; et la preuve indiscutable en est fournie lors d'une réduction du débit et de la vitesse du cours d'eau : des matériaux se déposent alors dans la fosse du méandre et tendent à la combler; les eaux, se ralentissant, tendent en effet à s'écouler, si l'on peut dire, plus horizontalement. En tout cas, l'écoulement en masse des filets d'eau suivant des directions rigoureusement rectilignes et parallèles est dans la nature un mythe; les conflits des divers courants et tous les mouvements curvilignes ou tourbillonnaires, en plan comme en profondeur, qui sont issus de ces conflits nous obligent à conclure : le fleuve d'eau, en pleine force et en plein travail, ne suit guère la pente que dans la mesure même où la suit un fleuve de glace.

Que sont en effet les ruptures de pente, sinon les marques de la jeunesse et tout aussi bien pour un lit fluvial que pour un lit glaciaire? Là où par suite d'une cause quelconque le travail des eaux courantes est intermittent ou interrompu, et le modelé maintenu en enfance, le profil longitudinal d'un cours d'eau se décompose en gradins, témoin par exemple ces « paliers de rupture de pente » que des observateurs aussi consciencieux et perspicaces que E.-F. Gautier et Chudeau ont eu bien soin de noter à diverses reprises comme caractéristiques des lits inachevés des ouadi sahariens (voir *Annales de Géographie*, 15 janvier 1907, p. 58; *La Géographie*, 15 janvier 1907, p. 54, etc.).

Faisons donc abstraction de toute la physionomie *épidermique* des vallées glaciaires, surfaces moutonnées, rabotées et polies, qui sont de toute évidence le résultat de l'action propre de la glace. Nous pourrons alors

constater, dans certaines vallées fluviales jeunes, tous les caractères structuraux de la morphologie et de la topographie des vallées glaciaires : profil longitudinal en escalier (nous venons de le dire); courbes fermées [nous l'avons précédemment noté ici même (*Comptes rendus*, séance du 28 mai 1906)]; profil transversal en U (*idem*); et même les *Mündungsstufen* ou *gradins de confluence* sont bien plus fréquents qu'on ne le croit dans le lit des cours d'eau et de leurs affluents, si l'on ne se contente pas encore une fois d'observer la correspondance superficielle des niveaux des eaux, mais la topographie même des lits façonnés par les cours d'eau à leurs confluents : qu'est-ce donc que la fameuse et si visible chute des eaux du Rhône dans la masse même des eaux du Léman à l'extrémité du delta sous-lacustre, sinon l'expression et l'effet d'une véritable *Mündungsstufe* ?

En affirmant toujours que, dans son ensemble, la physionomie générale d'un *trog* glaciaire se distingue très clairement, réellement et logiquement de la physionomie d'une *vallée* fluviale, nous voyons comment on retrouve un certain nombre d'analogies typiques entre des lits jeunes de cours d'eau et des lits glaciaires. Somme toute, l'ancien lit glaciaire (dit aujourd'hui *vallée glaciaire*) est une sorte de lit fluvial jeune, dont la jeunesse a été conservée et sans cesse renouvelée par le glacier.

La présence même de la glace qui dans un glacier dirige et discipline, comme nous l'avons indiqué (*Comptes rendus*, séance du 5 juin 1906), l'érosion des eaux sous-glaciaires, lesquelles travaillent si efficacement à approfondir le double cañon glaciaire, arrête du même coup toute érosion latérale de ces mêmes eaux; et, en second lieu, le glacier, en constituant un très actif et très continu système de déblayage et de balayage, avive sans cesse les pentes des parois encaissantes et ne leur permet jamais de s'adoucir, c'est-à-dire de vieillir.

Enfin, le gros œuvre exécuté par les eaux courantes ainsi que leur principal pouvoir d'attaque ne se comprennent que par le moyen des tourbillons, par ce que nous avons appelé la « tactique tourbillonnaire ». Les glaciers, en tant que masses de glace, sont dépourvus de cette méthode de transformation et de multiplication de la force vive; mais ils donnent naissance à des eaux courantes; et ce sont les mouvements tourbillonnaires de ces eaux qui peuvent expliquer, à notre sens, et le rôle d'initiateurs qui revient, pour le creusement, aux filets ou aux torrents sous-glaciaires, et les puissants effets de creusement total, souvent produits par les glaciers eux-mêmes.

Ainsi le mécanisme de l'érosion glaciaire, tout en produisant des effets

morphologiques spéciaux, se trouve, d'une manière logique et étroite, rattaché au mécanisme de l'érosion par les eaux courantes.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la marche des sables le long des rivages.* Note de M. THOULET.

Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (8 avril 1907, p. 759), M. Bréon annonce qu'il a trouvé dans les sables des plages du Pas-de-Calais des grains provenant de la destruction des roches bretonnes et il cherche à savoir par quel procédé ces grains ont pu être transportés à une distance de 200^{km} à 300^{km} de leur lieu indubitable d'origine. Le même problème avait, il y a plus de 25 ans, préoccupé divers minéralogistes ayant, eux aussi, analysé des sables de plages et, pour n'en citer qu'un seul, M. Renard, professeur à l'Université de Gand, qui avait constaté la présence constante de grains de silex de la craie dans tous les sables littoraux, depuis les falaises de Normandie, leur lieu d'origine, jusqu'à la côte ouest du Danemark, sur une distance au moins double de celle qui sépare la Bretagne du Pas-de-Calais.

Une série d'observations et de mesures auxquelles je me suis livré en Bretagne et en Normandie, appuyées d'expériences synthétiques dans le laboratoire, m'ont permis de me rendre compte de la progression des sables le long des rivages maritimes.

Le sable étudié par M. Bréon est parvenu dans le Pas-de-Calais, de même que le silex de Normandie en Jutland, par cheminement continu le long du rivage, en partie sur l'espace alternativement sec et humide balayé par les vagues et les marées, en partie dans la zone toujours mouillée comprise entre le niveau des plus basses mers et une profondeur de 4^m ou 5^m, surtout, où le fond meuble obéit plus particulièrement à l'influence des vagues, des courants et des marées. En Manche et sur la côte sud de la mer du Nord, ce mouvement général des eaux et des sables s'effectue d'Ouest en Est.

On sait que sur l'espace de plage lavé par la mer, chaque vague, quelle que soit d'ailleurs sa direction au large, déferle toujours presque parallèlement, quoiqu'un peu obliquement au rivage. Elle chasse devant elle les grains de sable, mais ensuite, lorsque l'eau, ayant perdu son impulsion, redescend à la mer, elle suit la ligne de plus grande pente du rivage et oblige les grains qu'elle entraîne à l'accompagner dans sa route. Chacun

d'eux, sur les côtes considérées, chemine donc de l'Ouest vers l'Est par un trajet en zig-zag, trajectoire composée de portions alternativement un peu obliques et perpendiculaires à la mer que l'on pourrait en quelque sorte comparer au profil des dents de certaines scies.

Il résulte de mesures prises par moi dans le Finistère, les Côtes-du-Nord et en diverses localités de Normandie, qu'en temps ordinaire 12 à 18 vagues déferlent par minute, chacune parcourant une moyenne de 3^m à 5^m en montée et en descente pour un grain de sable roulé par elle. Ce mouvement, à peu près perpendiculaire à la mer, correspond pour chaque vague à un déplacement parallèle au rivage de 1^{cm} environ.

Ce mouvement parallèle à la mer, d'ailleurs très variable d'intensité selon les circonstances, est influencé par les courants marins et principalement par ceux de marées agissant en sens diamétralement inverse en flux et en reflux ainsi que par le vent poussant la vague tantôt dans une direction et tantôt dans une autre, ce qui rend le trajet définitif au moins dix fois moindre. On peut donc affirmer qu'un grain de sable sur une plage accomplit au minimum 8000 fois autant de chemin perpendiculairement à la mer que parallèlement.

Les grains sableux ne progressent pas uniquement sur les plages; en de certaines circonstances (tempêtes, grandes marées, disposition topographique de la côte, etc.), ils sont repris par la mer et, complètement immergés, ils continuent leur route toujours dans la même direction et avec une vitesse beaucoup plus grande.

A supposer que les grains bretons observés par M. Bréon aient employé uniquement le mode de cheminement à demi dans l'air et à demi dans l'eau, ce qui n'est pas, ils auraient donc fait un million de kilomètres et les grains de silex de M. Renard, plus du double jusqu'en Danemark.

Ce long parcours explique l'arrondissement des grains dont l'usure est assez rapide quand le transport se fait à sec comme dans les dunes, incomparablement plus lente quand il a lieu en partie dans l'eau et en partie dans l'air comme sur les plages, extrêmement lente et pour ainsi dire nulle lorsqu'il s'effectue uniquement dans l'eau, sur le fond ou par les courants. J'ai fait tourner au sein de l'eau, dans un cylindre dont la vitesse de rotation, la surface latérale, etc., avaient été préalablement mesurées, des grains anguleux égaux de silex, quartz, amphibole, magnétite, orthose, grenat et tourmaline. Après un parcours de 170^{km}, la perte de poids, même sur les moins durs, était insensible et le microscope ne laissait découvrir aucune trace d'arrondissement.

Ce mode de progression le long des plages, en dépit de toutes les sinuosités de celles-ci, est de beaucoup le plus général. Il en existe néanmoins d'autres plus rares parmi lesquels le transport par l'air, le transport par

l'eau, en flottaison (j'ai trouvé à Ergny un galet de pierre ponce provenant selon toute probabilité des Açores), enfin même le transport par la glace.

M. Henri Mémery adresse une Note intitulée : *Le Soleil et les basses températures du mois d'avril* 1907.

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie, par l'organe de son doyen, M. Troost, présente la liste suivante de candidats à la place devenue vacante par le décès de M. *Henri Moissan* :

En première ligne	M. H. Le Chatelier.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique . . .	MM. Étard. Jungfleisch. Lebel.
En troisième ligne, par ordre alphabétique . . .	MM. Béhal. Bouveault. Colson. Hanriot. Moureu.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 7 heures.

G. D.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 MAI 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse une ampliation du Décret approuvant l'élection que l'Académie a faite de M. *Henry Douvillé*, pour occuper, dans la Section de Minéralogie, la place vacante par suite du décès de M. *Marcel Bertrand*.

Il est donné lecture de ce Décret.

M. le Président invite M. **Douvillé** à prendre place parmi ses Confrères.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude des variations du rayonnement solaire.* Note de M. **H. Deslandres**.

La variabilité du rayonnement émis par le Soleil est une question importante qui a été souvent examinée, mais avec des données expérimentales insuffisantes. Récemment encore, elle a été soulevée par Langley dans un Mémoire de mars 1903, et elle a été reprise de nouveau par le Congrès international des recherches solaires, dans sa seconde réunion tenue à Oxford en 1905.

Le rayonnement est reçu à la surface de la Terre après avoir subi, par son passage dans notre atmosphère, un affaiblissement qui est incessamment variable. Il traverse une épaisseur d'air qui varie d'une manière continue, et il suit toutes les fluctuations des éléments composants, gaz, vapeurs, particules, et surtout de l'eau atmosphérique qui se vaporise et se condense si facilement. Aussi a-t-on pu, au moins au début, rapporter toutes les variations constatées à l'atmosphère terrestre seule, et appeler *constante*

solaire l'intensité du rayonnement aux limites extérieures de notre atmosphère et à la distance moyenne de la Terre au Soleil (Pouillet, 1838).

Plus tard, la découverte de la périodicité des taches a conduit à penser que la constante était quelque peu variable; et les nombreux physiciens (Violle, Langley, Crova, Savelieff, K. Angström, Hanski, etc.), qui, depuis 1870, avec les appareils les plus divers, ont mesuré cette constante, se sont proposé aussi de reconnaître ses variations. Mais l'affaiblissement imposé par l'atmosphère terrestre est très difficile, ou même, d'après certains, impossible à connaître exactement, même lorsque les conditions sont favorables. Comme le fait remarquer justement Crova, il s'obtient par une extrapolation qui revient à prolonger deux courbes se coupant sous un angle très aigu, et le résultat obtenu ne peut être qu'approché; de plus, dans une même station, sous nos latitudes, le nombre des jours favorables est très restreint. On s'explique ainsi les différences (allant de 2^{Cal} à 4^{Cal}), trouvées pour la constante et la difficulté de déceler les petits écarts présumés en accord avec la période solaire.

Cependant Langley, qui a consacré trente années à ces recherches, a résumé ainsi les derniers résultats obtenus à Washington avec son spectrobolomètre enregistreur, qui relève non seulement le rayonnement total, mais l'intensité des diverses radiations composantes soumises par l'atmosphère à des absorptions très différentes. Les observations des dernières années ne décèlent pas des écarts liés à la période solaire, mais des écarts accidentels, temporaires, non périodiques, qui atteignent la dixième partie de la valeur de la constante, et sont attribués à des variations de l'atmosphère solaire. De plus, Abbot, collaborateur de Langley, annonce que, au même moment, le pouvoir absorbant de l'atmosphère solaire, et la température moyenne de l'hémisphère Nord terrestre, ont des variations dans le même sens.

Les résultats sont présentés seulement comme probables, mais ils se rapportent à une question si importante qu'ils ont fixé l'attention de tous. Le congrès international d'Oxford, en 1905, a inscrit en tête de son programme la mesure de la constante solaire et de ses variations, il a organisé la coopération pour cette recherche avec le pyrhéliomètre de K. Angström, adopté comme étalon. En même temps il a reconnu l'importance des mesures qui relèvent l'éclat des différents points du Soleil, et fournissent des indications sur le pouvoir absorbant de son atmosphère, mais il a signalé seulement ces recherches, sans les soumettre à une discussion spéciale et sans préparer une entente internationale.

Certes, il convient de donner la première place à la constante solaire, qui a pour nous une importance capitale; mais, si l'on veut seulement reconnaître avec certitude les variations du rayonnement solaire, il faut s'attacher surtout à la seconde recherche qui peut fournir le résultat d'une façon plus rapide et plus sûre. La constante, qui a occupé surtout les physiciens et les météorologistes, exige une longue série de mesures par une journée uniformément belle, à une station aussi élevée que possible. Par contre, la mesure du rapport des éclats sur la surface du Soleil est courte; elle est indépendante de l'altitude, de la hauteur du Soleil et, dans une large mesure, des conditions météorologiques, surtout si, comme on le verra plus loin, on la corrige de l'effet nuisible dû à l'illumination de notre ciel. En réalité, la seconde mesure se prête seule à une étude vraiment continue; et, comme elle se rattache plutôt à l'Astronomie, je propose que le Congrès solaire, dans sa prochaine session de la fin du mois, examine la question dans tous ses détails, discute les appareils et les méthodes, et assure l'entente internationale.

L'éclat de la surface solaire, comme on sait, diminue régulièrement du centre vers les bords, et d'autant plus que la radiation considérée a une longueur d'onde plus faible. Si l'on prend pour unité l'éclat du centre, l'éclat du bord à une distance égale aux $\frac{95}{100}$ du rayon est environ 0,60 dans le rouge et 0,27 dans le violet extrême, d'après les recherches classiques de Vogel et Langley. Ces résultats ont été confirmés et étendus par Frost, Wilson et Rambaud, Véry et Abbot; mais, à ma connaissance, le seul établissement qui ait poursuivi pendant longtemps l'étude continue du phénomène est l'observatoire astrophysique de Langley à Washington ([1]).

Son directeur actuel, Abbot, opère de la manière suivante : une large image du Soleil se déplace par le fait du mouvement diurne sur la fente d'un spectrobolomètre enregistreur, les conditions étant ainsi identiquement les mêmes pour toutes les parties de l'image; et la courbe qui est photographiée représente les éclats le long d'un diamètre pour la radiation isolée, comprise entre $2^{\mu},5$ et $0^{\mu},4$. On en déduit un nombre appelé *pouvoir absorbant de l'atmosphère solaire*, après avoir fait une hypothèse simple sur sa constitution. Ce nombre ne représente pas le pouvoir absorbant réel, impossible à déterminer, mais est utile et commode pour la comparaison des résultats de l'observation aux différentes journées.

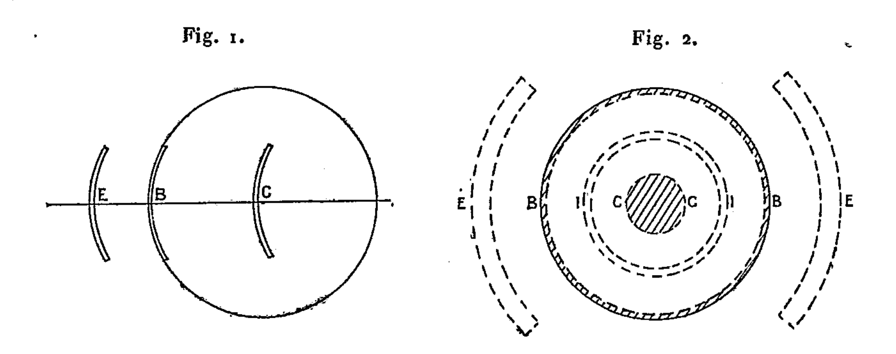
Cette méthode, qui a la sanction de la pratique, peut être adoptée par

---

([1]) Les observations de Washington doivent être continuées au mont Wilson, en Californie.

tous; elle est d'ailleurs susceptible d'amélioration. Dans l'état actuel, elle donne la distribution des éclats sur un seul diamètre, le diamètre du mouvement diurne, qui varie notablement dans le cours de l'année par rapport à l'équateur solaire. Or, si l'on admet la variation de la photosphère et de l'atmosphère solaire, cette variation n'est pas vraisemblablement la même sur toute la surface, et une étude complète doit comprendre le Soleil entier. Pour réaliser cette extension, on peut fixer l'un à l'autre l'objectif astronomique et l'appareil spectral supposés portés par un équatorial, et faire tourner l'ensemble autour de la droite qui joint le centre du Soleil au centre de la fente collimatrice, ce qui permet de rendre la fente parallèle à un diamètre quelconque du Soleil. Si ensuite, par un mécanisme spécial, on fait tourner lentement l'ensemble des deux pièces autour d'un axe parallèle à la fente, on obtient la distribution des éclats sur un diamètre quelconque.

Cependant, si l'on veut diminuer la complication et éviter l'enregistrement, on peut simplement mesurer avec soin les éclats du centre et du bord extrême, avec les radiations les plus réfrangibles, ces conditions étant celles qui décèlent les variations les plus petites de l'absorption dans l'atmosphère solaire. On conserve le dispositif précédemment décrit qui permet d'orienter la fente à volonté dans le plan de l'image solaire, et de la déplacer parallèlement à elle-même; mais on adopte une fente circulaire ayant le rayon de l'image solaire, qui, fournie par deux objectifs combinés, peut être maintenue avec la même largeur pendant toute l'année. Pour



une même position de la fente (voir *fig.* 1) trois mesures peuvent suffire : la première C au centre, la seconde B au bord et la troisième E au delà du bord, destinée à relever la lumière diffuse du ciel.

Les lumières étrangères diffusées, qui sont la lumière de notre ciel, la lumière diffusée par l'objectif astronomique et celle diffusée par l'appareil

spectral, doivent en effet être éliminées ou corrigées autant que possible, surtout avec les radiations les plus réfrangibles. La troisième est éliminée par un second spectroscope qui prolonge le premier, ainsi que dans le spectrohéliographe à trois fentes, et l'on obtient une valeur approchée de la première, en mesurant son intensité extérieurement au bord solaire et en extrapolant pour avoir sa valeur sur le disque même de l'astre. Le faisceau à mesurer, à la sortie des deux spectroscopes, se concentre finalement sur une ligne courbe où l'on place un bolomètre ou une pile thermo-électrique. Avec les rayons très réfrangibles, on peut aussi employer la plaque photographique, qui a l'avantage d'éliminer les radiations moins réfrangibles que le bleu. On reprend la ligne courbe finale avec un objectif supplémentaire qui donne une image uniforme et à peu près circulaire du faisceau à mesurer, et, pour chaque position de la fente, on photographie plusieurs fois cette image avec des poses progressivement croissantes. La comparaison de toutes ces images donnera le rapport des intensités au centre et au bord avec une certaine approximation.

Autrement on peut employer un spectrohéliographe en quartz, polychrome à trois fentes, et faire deux épreuves : l'épreuve du disque solaire avec la radiation isolée et l'épreuve de la lumière circumsolaire seule, avec une pose plus longue. On mesure avec un microphotomètre les éclats relatifs sur le disque et l'éclat de la lumière du Ciel.

Les dispositifs précédents sont compliqués et coûteux; aussi je prépare en ce moment un autre dispositif, plus simple, qui peut être utile. L'objectif astronomique est supprimé et remplacé par un simple trou, large par exemple de $0^{mm},5$. En arrière, à 3^{m} environ, on reçoit l'image du Soleil, large de 3^{mm}, sur une plaque métallique, dans laquelle on a percé deux ouvertures qui sont un anneau circulaire B et un cercle C, concentriques à l'image du Soleil (*fig.* 2). Même l'anneau circulaire a extérieurement le diamètre de l'astre, et une largeur égale aux $\frac{5}{100}$ du rayon. Le cercle C a une surface à peu près égale à celle de l'anneau. En arrière de chaque ouverture est une pile thermo-électrique, de Rubens par exemple, qui épouse sa forme et est reliée à un galvanomètre. On mesure l'action du bord et du centre solaires sur la pile qui leur correspond. Aussitôt après, les piles sont illuminées par une même source artificielle, une lampe électrique par exemple, placée près du trou et réglée de manière à donner des déviations du même ordre que le Soleil ([1]).

([1]) Chaque pile peut avoir son galvanomètre et les mesures peuvent être simulta-

Ces deux mesures nouvelles, jointes aux deux précédentes, permettent de calculer le rapport des éclats moyens du bord et du centre solaire. Un premier essai satisfaisant a été fait dans mon laboratoire par M. Bernard, avec le bord solaire extrême, une pile de Rubens ayant la forme d'un arc de cercle et un galvanomètre Broca ; les déviations ont été suffisantes.

La figure 2 montre d'autres ouvertures EE, II qui peuvent être aussi remplies par des piles thermo-électriques. La pile EE, qui est double, mais peut être réduite à une seule, mesure la lumière diffuse du ciel; la seconde, II, qui est circulaire, mesure l'éclat sur une zone intermédiaire entre le bord et le centre, mais n'est pas indispensable.

L'image solaire, projetée par le trou, doit avoir une largeur constante; aussi le trou est-il porté par une coulisse qui le rapproche ou l'éloigne des ouvertures; on le déplace de manière que le produit de la distance par le diamètre apparent soit constant. Les conditions sont alors identiques pendant toute l'année.

L'appareil donne le résultat pour le rayonnement solaire total; mais on peut isoler une partie de ce rayonnement avec des absorbants appropriés, par exemple avec ceux recommandés par K. Angström pour son pyrhéliomètre. Les absorbants bleus, violets et ultra-violets sont à recommander; ils exigent seulement un galvanomètre plus sensible.

Toutes ces recherches doivent être poursuivies principalement dans le côté violet du spectre, là où les variations dues à l'absorption et surtout à la diffusion sont les plus fortes, aussi bien dans l'atmosphère solaire que dans l'atmosphère terrestre. La limite du spectre solaire ultra-violet, comme on sait, se déplace constamment, et K. Angström a proposé de l'enregistrer quotidiennement avec des appareils en quartz (1). Cette limitation peut tenir en partie à l'atmosphère solaire, dont l'influence serait peut-être décelée par des observations avec ballons-sondes (2).

---

nées, d'une part avec le centre et le bord solaires, d'autre part avec la source terrestre, ce qui est un avantage très appréciable.

(1) Il serait bon aussi de relever l'intensité variable du rayonnement dans une ou plusieurs portions de l'ultra-violet.

(2) D'après les renseignements fournis aimablement par M. Teisserenc de Bort, l'appareil, qui, pour l'élimination de la lumière diffuse intérieure, serait un spectrographe double en quartz, pourrait être élevé à 12^{km}. Il serait impressionné par le Soleil directement, ou par la lumière de notre ciel. Il pourrait prolonger le spectre solaire connu au delà de $\lambda 385$, là où se trouve une raie du magnésium, probablement plus large que les raies H et K. Il convient de faire une expérience préliminaire au mont Blanc.

En résumé, l'étude continue de la répartition des éclats sur la surface du Soleil doit être organisée avec grand soin ; si elle ne fournit pas l'intensité de la variation du rayonnement, elle décèle l'existence de cette variation, ou tout au moins l'existence de perturbations importantes, d'une manière sûre et rapide.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une extension de la réaction Friedel et Crafts.* Note de MM. A. HALLER et A. GUYOT.

Nous avons observé que les amines aromatiques tertiaires, et même certaines amines secondaires telles que la diphénylamine, sont susceptibles de se condenser avec un grand nombre de molécules organiques, en présence de chlorure d'aluminium, en vertu de réactions qui sortent du cadre ordinaire et bien connu des condensations Friedel et Crafts.

Le mode opératoire est des plus simples : on dissout le chlorure d'aluminium finement pulvérisé dans trois ou quatre fois son poids d'amine, cette dernière étant préalablement diluée ou non dans un véhicule neutre tel que le sulfure de carbone, l'éther anhydre, etc.; puis on ajoute le composé organique sur lequel on veut fixer l'amine; lorsque ce composé est solide, on peut l'introduire dans la masse après l'avoir finement pulvérisé ou mis en suspension ou en dissolution dans un véhicule neutre. Dès que les produits sont en contact, on observe une élévation de température souvent considérable; on peut terminer la condensation en chauffant quelque temps au bain-marie, puis on décompose le produit de la réaction par de la glace, on rend alcalin par une lessive de soude en quantité suffisante pour maintenir toute l'alumine en dissolution, on décante l'huile surnageante et l'on élimine l'excès d'amine par un courant de vapeur d'eau. Le nouveau composé reste généralement sous forme d'une masse cristalline qu'on purifie par de nouvelles cristallisations.

Selon les conditions dans lesquelles on opère : la température, la proportion de chlorure d'aluminium mise en œuvre, l'excès de l'un ou de l'autre des composants, on obtient ainsi des produits de condensation plus ou moins avancés sur la constitution desquels nous ne sommes pas encore fixés. Les rendements sont généralement très élevés.

Le seul cas que nous ayons jusqu'alors étudié d'une façon approfondie est le cas de la condensation des éthers oxaliques avec les amines aromatiques. On trouvera, dans le prochain cahier des *Comptes rendus*, les détails de ces recherches effectuées par l'un de nous.

Nous avons observé des condensations du même genre avec des molécules renfermant des fonctions cétoniques. Il en est ainsi :

1° *De l'indigotine et la diméthylaniline.* — Le produit qu'on obtient constitue des feuillets orangés fondant à 272° et répondant à la formule centésimale $C^{32}H^{30}N^4O$. Le produit résulterait donc de l'union d'une molécule d'indigotine et de deux molécules de diméthylaniline avec élimination d'une molécule d'eau, ce qui conduit à la formule de constitution probable

$$\begin{array}{c} (CH^3)^2.N.C^6H^4 \diagdown \quad \diagup O \diagdown \quad \diagup C^6H^4N(CH^3)^2 \\ C \qquad\qquad C \\ C^6H^4 \langle \quad \rangle C = C \langle \quad \rangle C^6H^4 \\ NH \qquad\qquad NH \end{array}$$

2° *Du benzile et la diméthylaniline* qui fournit dans les mêmes conditions des aiguilles d'un jaune pâle fondant à 214° et répondant à la formule

$$C^{30}H^{30}N^2O.$$

Le produit résulterait donc encore de la fixation de deux molécules de diméthylaniline avec élimination d'une molécule d'eau.

On peut faire différentes hypothèses sur sa constitution selon que la fixation de la diméthylaniline s'est faite symétriquement ou non sur les deux groupes cétoniques, et le considérer, soit comme un dérivé tétraphénylé de l'oxyde d'éthylène (formule I), soit comme un dérivé du triphénylméthane (formule II).

Dans ce dernier cas on est en présence d'une transformation pinacolique qui peut aussi aboutir à la formule III.

$$\begin{array}{c} (CH^3)^2N.C^6H^4 \diagdown \; \diagup O \diagdown \; \diagup C^6H^4N(CH^3)^2 \\ C^6H^5C \; - \; C{-}C^6H^5, \end{array}$$

Formule I.

$$\begin{array}{l} (CH^3)^2.N.C^6H^4 \diagdown \\ (CH^3)^2N.C^6H^4{-}C.COC^6H^3, \\ C^6H^5 \diagup \end{array}$$

Formule II.

$$\begin{array}{l} (CH^3)^2.N.C^6H^4 \diagdown \\ C^6H^5{-}C.C^6H^4N(CH^3)^2. \\ C^6H^5 \diagup \end{array}$$

Formule III.

Des essais tentés pour obtenir avec ce composé une semi-carbazone n'ont toutefois pas donné de résultats.

3° *De l'orthodibenzoylbenzène et de la diméthylaniline.* — On obtient ici deux produits de condensation, cristaux incolores fondant respectivement à 186° et 226°, et possédant la même composition centésimale $C^{36}H^{34}N^2O$. Comme avec l'indigotine et avec le benzile, ces deux isomères résultent donc encore de la fixation de 2^{mol} de diméthylaniline sur 1^{mol} de diben-

zoylbenzène avec élimination de 1^{mol} d'eau. On peut les considérer comme les deux stéréoisomères de constitutions suivantes :

$$\begin{array}{l} C^6H^5\diagdown C \diagup C^6H^4 - N(CH^3)^2 \\ C^6H^4 \langle \quad \rangle O \\ C^6H^5 \diagup C \diagdown C^6H^4 - N(CH^3)^2 \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} C^6H^5\diagdown C \diagup C^6H^4 - N(CH^3)^2 \\ C^6H^4 \langle \quad \rangle O \\ (CH^3)^2N - C^6H^4 \diagup C \diagdown C^6H^5 \end{array}$$

On sait toutefois que de semblables composés à structure hydrofurfuranique se transposent facilement, sous certaines influences, en composés isomères à structure anthracénique, ainsi que l'un de nous l'a montré dans un précédent travail avec M. Catel (1), de sorte qu'il y a lieu d'envisager aussi pour ces produits les formules anthracéniques suivantes :

$$\begin{array}{l} C^6H^5\diagdown C \diagup OH \\ C^6H^4 \langle \quad \rangle C^6H^3 - N(CH^3)^2 \\ C^6H^5 \diagup C \diagdown C^6H^4 - N(CH^3)^2 \end{array} \quad \text{et} \quad \begin{array}{l} (CH^3)^2N - C^6H^4\diagdown C \diagup OH \\ C^6H^4 \langle \quad \rangle C^6H^4 \\ C^6H^5 \diagup C \diagdown C^6H^4 - N(CH^3)^2 \end{array}$$

4° *Du phénylglyoxylate d'éthyle et de la diméthylaniline.* — Feuillets incolores fondant à 98°, répondant à la formule centésimale $C^{26}H^{30}N^2O^2$; ici encore, comme dans les trois cas précédents, il y a eu fixation de 2^{mol} de diméthylaniline et élimination de 1^{mol} d'eau. Chauffé avec de l'acide sulfurique concentré, le produit perd 1^{mol} d'oxyde de carbone vers 110° et se transforme en vert malachite. Cette réaction établit d'une façon certaine la nature du nouveau produit qui ne peut être que l'éther tétraméthyldiamidotriphénylacétique de constitution suivante :

$$\begin{array}{l} (CH^3)^2N - C^6H^4\diagdown \\ (CH^3)^2N - C^6H^4 - C - CO^2C^2H^5. \\ C^6H^5 \diagup \end{array}$$

5° *De la benzophénone et de la diméthylaniline.* — Nous comptions obtenir dans cette condensation le *p*-diméthylamidotriphénylcarbinol déjà signalé par M. Nœlting (2) d'une part, et MM. Paul Ehrlich et Fr. Sachs (3) d'autre part. MM. Ad. Bæyer et V. Villiger (4) l'ont décrit récemment comme une base cristallisant, au sein d'un mélange d'éther et de ligroïne, sous la forme d'aiguilles fondant à 92°-93°, et l'ont obtenu en condensant

(1) GUYOT et CATEL, *Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. XXV.
(2) *Conférences de la Société chimique*, 1892, p. 240.
(3) *Ber. d. deut. chem. Ges.*, t. XXXVI, p. 4296.
(4) *Ber. d. deut. chem. Ges.*, t. XXXVII, p. 2857.

le chlorure de benzophénone avec de la diméthylaniline en présence du chlorure de zinc.

Dans les conditions où nous avons opéré, nous n'avons jamais pu isoler les cristaux signalés par les deux savants allemands et avons toujours obtenu une masse visqueuse, d'un brun foncé, abandonnant au bout de quelque temps des cristaux de diméthylamidotriphénylméthane, fondant à 132°, de M. O. Fischer, dont la quantité augmente notablement si l'on traite toute la masse par du zinc et de l'acide acétique. Le produit brut se dissolvait toutefois en un beau rouge dans les acides, comme le carbinol de MM. Bæyer et Villiger, tandis que les solutions acides du leucodérivé sont incolores. Des essais tentés pour isoler le carbinol par l'intermédiaire de son oxalate ont également échoué.

6° *De l'isatine et la diméthylaniline.* — Prismes incolores et brillants fondant à 234° que nous avons identifiés avec un produit de constitution

$$\begin{array}{c} (CH^3)^2N - C^6H^4 \diagdown \quad \diagup C^6H^4 - N(CH^3)^2 \\ C \\ C^6H^4 \diagup \quad \diagdown CO \\ \diagdown NH \diagup \end{array}$$

obtenu autrefois par M. Bæyer (*Ber.*, t. XVIII, p. 2637).

7°, 8°, 9° et 10° *De l'anthraquinone, la* β-*méthylanthraquinone, la* β-*diméthylamidoanthraquinone et la diméthylaniline ou la diéthylaniline.* — Ici nous obtenons toute une série de produits de condensation plus ou moins avancés (quatre avec l'anthraquinone et la diméthylaniline) sur la nature desquels nous ne sommes pas encore fixés. Nous en faisons actuellement une étude méthodique.

On peut remarquer que toutes ces molécules, à l'exception des éthers oxaliques, renferment un ou plusieurs groupes carbonyle cétoniques, ou quinoniques, et que le chlorure d'aluminium semble agir simplement en fixant des molécules d'amines sur ces groupes carbonyle, en les transformant en carbinols tertiaires : $>C<^{OH}_{C^6H^4 - NR^2}$ avec élimination subséquente dans certains cas d'une ou plusieurs molécules d'eau, tout comme le ferait le chlorure de zinc dans les mêmes conditions. C'est ainsi que le produit de condensation que nous avons obtenu avec l'isatine et la diméthylaniline avait déjà été préparé autrefois par M. Bæyer, en chauffant le mélange des deux composants en présence de chlorure de zinc. Toutefois, les condensations en présence de chlorure d'aluminium sont beaucoup

plus nettes, plus profondes et réussissent là où le chlorure de zinc est sans action.

On remarquera d'autre part que le carbonyle de toutes les molécules sur lesquelles ont porté nos expériences présente un caractère négatif assez prononcé. Lorsque ce caractère négatif n'est pas assez accusé on n'observe plus de réaction. Tandis, par exemple, que la benzophénone se condense très facilement avec la diméthylaniline en présence de chlorure d'aluminium, nous ne sommes arrivés, dans aucun cas, à condenser son dérivé tétraméthyldiamidé : la cétone de Michler.

ZOOLOGIE. — *Sur la position zoologique, les affinités et le développement des Pénéides du genre* Funchalia *Johnson*. Note de M. E.-L. Bouvier.

Le genre *Funchalia* fut établi en 1867 pour un grand Pénéide capturé dans les eaux de Funchal, à Madère.

Ce Pénéide ne mesurait pas moins de 175^{mm}; bien que représenté par un seul spécimen quelque peu mutilé, il offrait des caractères si particuliers que le zoologiste anglais J.-Y. Johnson en fit le type d'un genre nouveau et d'une espèce nouvelle, attribuant à cette dernière le nom de *Funchalia Woodwardi*. Le même auteur décrivit avec beaucoup de soin les caractères extérieurs les plus frappants de son espèce, dont le type fut déposé au British Museum, où vraisemblablement il se trouve encore.

La description de Johnson donne un signalement très suffisant de l'espèce, mais elle passe sous silence tous les caractères relatifs aux branchies, aux épipodites et aux exopodites, si bien qu'elle ne fournit aucun moyen de reconnaître les affinités du genre *Funchalia*, voire la validité de ce genre. Ainsi s'expliquent les variations des zoologistes au sujet de la *Funchalia Woordwardi:* Spence Bate en 1888, et plus récemment (1903) M. Angelo Senna en font un *Aristeus*, tandis que Wood-Mason en 1891 et M. Alcock en 1905 la considèrent comme devant être exclue de la sous-famille des Aristéinés.

Telles étaient les connaissances et les matériaux relatifs au genre *Funchalia* lorsque j'entrepris, en 1905, l'étude des Pénéides recueillis par S. A. le Prince de Monaco dans l'Atlantique oriental. Au cours d'un premier examen, il ne me fut pas difficile de remarquer et de mettre à part deux sortes d'exemplaires qui se distinguaient par leur formule appendiculaire de tous les Pénéides connus et, entre elles, par leur taille, la structure de leurs antennules, et surtout par certains traits fort curieux de leur propre formule appendiculaire. Je crus devoir établir (1905) pour l'une de ces formes le genre *Hemipenœopsis* et l'espèce *H. villosus*, pour l'autre le

genre *Grimaldiella* et l'espèce *Grimaldiella Richardi*. Depuis, j'ai poussé aussi loin que possible l'étude de ces deux remarquables formes et, guidé par la structure extraordinaire de leurs mandibules, j'ai soupçonné tout d'abord, puis acquis la certitude que la première était une forme jeune et la seconde le stade larvaire ultime de la *Funchalia Woodwardi*.

I. *L'*Hemipenæopsis villosus *est l'état jeune de la* Funchalia Woodwardi; *caractères du genre* Funchalia. — Les Pénéides que j'avais désignés sous le nom d'*Hemipenœopsis villosus* étaient représentés par trois crevettes roses qui mesuraient 50mm à 60mm de longueur; malgré leur taille relativement grande, elles étaient immatures, leurs organes sexuels externes (*thelicum* et *petasma*) n'ayant pas atteint leur développement complet. En examinant, pour les figurer, leurs appendices buccaux, je ne fus pas peu surpris d'y trouver des mandibules comme on n'en observe nulle part ailleurs dans la famille des Pénéides, voire dans l'ordre des Crustacés décapodes : au lieu de la surface masticatrice normalement obtuse ou dentée, la couronne de ces organes présentait la forme d'une sorte de pic arqué et très long qui, franchissant en travers le vaste cadre buccal, croisait chemin faisant la même sorte de pioche aiguë produite par la mandibule du côté opposé. C'étaient bien les longs ciseaux falciformes (*long sickle-shaped shears*) signalés par Johnson dans la *Funchalia Woodwardi;* dès lors, il convenait de comparer l'*H. villosus* avec cette dernière espèce et le résultat de cette comparaison fut que la description de Johnson lui était de tous points applicable. Évidemment, les deux espèces n'en faisaient qu'une, et le Prince avait eu l'heureuse fortune de retrouver enfin l'énigmatique *Funchalia* décrite par Johnson.

Pour connaître la position zoologique et les affinités de ce genre, il fallait compléter la description de l'auteur anglais en établissant la formule appendiculaire thoracique de l'espèce. Cette formule fut trouvée la suivante :

	Pattes.					Maxillipèdes.		
	V.	IV.	III.	II.	I.	3.	2.	1.
Pleurobranchies....	1	1	1	1	1	1	1	0
Arthrobranchies ...	0	1	2	2	2	2	2	0
Podobranchies.....	0	0	0	0	0	0	1	0
Épipodites	0	0	1	1	1	1	1	1
Exopodites........	rud.	rud.	rud.	rud.	rud.	1	1	1

C'est la formule d'un représentant de la sous-famille des Pénéinés et, dès lors, Wood-Mason et Alcock avaient eu raison de séparer les *Funchalia*

des Aristéinés. Au surplus, cette formule est la plus complexe de la série des Pénéens (*Penæus, Artemesia*), par conséquent la plus primitive comme je l'avais antérieurement fait observer; si bien que le genre *Funchalia* occupe le premier rang à la base même de la série.

II. *La* Grimaldiella Richardi *est le stade larvaire ultime de la* Funchalia Woodwardi; *caractères des larves Grimaldielles.* — Une seule différence est à relever entre nos spécimens et le type de Johnson; dans celui-ci on n'observe pas de saillie spiniforme à l'extrémité postérieure du sixième somite abdominal, tandis que cette saillie est bien développée dans les exemplaires capturés par le Prince; mais cette différence doit, sans aucun doute, être mise sur le fait de l'âge, ces exemplaires étant beaucoup plus petits et plus jeunes que le type de Johnson. On va voir d'ailleurs que des différences autrement importantes se manifestent au stade évolutif qui précède immédiatement celui de la forme définitive.

Ce stade est représenté, dans les récoltes du Prince, par quatre exemplaires dont le plus grand mesure 25^{mm} et le plus petit 14^{mm}. En étudiant de très près ces exemplaires, qui sont les types de la *Grimaldiella Richardi*, je fus frappé par la structure de leur couronne mandibulaire qui, sans être aussi longue que celle de la *Funchalia Woodwardi*, se développe de la même manière en une sorte de pic un peu recourbé. Cette disposition toute particulière semblait indiquer des homologies entre les deux formes; et de fait, en comparant celles-ci avec le plus grand soin, notamment leurs sculptures tégumentaires qui sont fort remarquables, j'acquis la certitude que la *Grimaldiella Richardi* n'est rien autre chose que le stade larvaire probablement ultime de la *Funchalia Woodwardi*. Tous les caractères morphologiques principaux sont identiques jusqu'au détail et les différences portent simplement sur les organes qui subissent des modifications profondes au cours de l'évolution des Pénéides : les écailles antennulaires internes sont encore très réduites, le premier article des palpes mandibulaires n'a pas encore subi sa réduction définitive, et le telson, avec sa large troncature terminale, a conservé encore une part des caractères des larves.

Mais c'est surtout dans la structure appendiculaire du thorax que se manifestent les différences entre les deux formes; si les *Grimaldiella* possèdent deux arthrobranchies sur les pattes IV comme les Aristéinés, les épipodites de leurs pattes sont rudimentaires, l'épipodite des maxillipèdes postérieurs et les exopodites de toutes les pattes ne se révèlent pas encore, enfin les expodites des maxillipèdes 2 et 3 sont à l'état de bourgeons non segmentés, de longueur variable suivant les individus.

Cette formule appendiculaire est notablement différente de celle que Claus attribue aux larves âgées des Pénéides, et cela tient sûrement aux différences génériques de ces larves et de la nôtre. Celle-ci appartient à un groupe de Pénéinés où l'évolution se manifeste presque de suite par la disparition de l'épipodite des maxillipèdes postérieurs et, dans certains cas (*Parapenæus, Neopenæopsis*), par l'atrophie complète des exopodites situés à la base des pattes. Dans notre espèce, qui est la plus primitive du groupe, il y a simplement un retard dans le développement de ces parties, retard qui annonce leur disparition complète au cours de l'évolution du groupe.

Ainsi le nom de *Grimaldiella* doit disparaître comme terme générique, mais il indique un stade larvaire bien caractérisé et propre sans doute à de nombreux Pénéides. Dans la *Funchalia Woodwardi* ce stade est représenté par la Grimaldielle de Richard, qui, entre autres caractères spécifiques propres, présente celui de n'avoir pas encore les innombrables petites villosités de l'adulte.

III. *Affinités et distribution de la* Funchalia Woodwardi. — J'ai déjà fait observer que notre espèce, par les caractères de l'adulte, se place à la base de la série des Pénéens (groupe *Penæus* et *Artemesia*); j'ajoute qu'elle présente des affinités manifestes avec les Aristéinés par la présence d'une pleurobranchie à la base des pattes V et par le développement de deux arthrobranchies à la base des pattes IV au stade *Grimaldiella*. D'ailleurs, c'est une forme très adaptée, comme le montrent ses mandibules singulières, et, dès lors, il ne saurait être question d'y rattacher les autres Pénéens; ces derniers dérivent vraisemblablement d'une forme également primitive, mais moins adaptée.

La *Funchalia Woodwardi* a été capturée par les pêcheurs de Funchal (exemplaire type de Johnson) et par le Prince de Monaco dans les parages de Madère et des Açores (3 jeunes et 4 Grimaldielles). Les spécimens recueillis par le Prince furent pris au chalut de surface ou au filet à grande ouverture entre 0^{m} et 5000^{m}, si bien que l'espèce doit être considérée comme bathypélagique, au moins pendant le jeune âge. Elle peut atteindre les dimensions énormes (175^{mm}) des plus grands Pénéides.

Sa capture met en relief, une fois de plus, l'importance des campagnes scientifiques organisées par le Prince : elle fait largement connaître une forme des plus curieuses, restée jusqu'ici énigmatique, et ajoute un nouveau paragraphe à l'histoire, encore incomplète, du développement des Pénéides.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation directe des carbylamines forméniques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

On sait que la méthode générale d'hydrogénation directe au contact du nickel divisé s'applique facilement aux nitriles forméniques R.CN, qui fournissent régulièrement les amines primaires $R.CH^2.NH^2$ et aussi, par suite d'actions simultanées exercées par le métal, les amines secondaires $(R.CH^2)^2NH$, et même les amines tertiaires $(R.CH^2)^3N$ (1).

M. A. Gautier, dans un travail magistral publié en 1869 (2), a fait connaître une série de combinaisons isomères des nitriles, les *carbylamines* ou *isocyanures,* auxquelles il a attribué la constitution admise aujourd'hui R.N : C. L'une des propriétés fondamentales des carbylamines est que, rapidement en présence des acides, lentement en présence des alcools, l'eau les hydrate et les change en formiates de l'amine primaire $R.N.H^2$. Cette aptitude à l'hydratation a rendu difficile l'application aux carbylamines des anciennes méthodes d'hydrogénation par voie humide. La réaction, tentée par M. Gautier sur la méthylcarbylamine, ne put fournir que des résultats incertains.

Pourtant Nef est parvenu à réaliser cette hydrogénation pour la *phénylcarbylamine,* en utilisant l'action du sodium sur le composé dissous dans l'alcool amylique, et, conformément aux prévisions tirées de la formule admise, il a ainsi obtenu de la méthylaniline (3).

Nous avons pensé que la méthode d'hydrogénation directe sur le nickel s'appliquerait aux carbylamines forméniques de la même manière qu'aux nitriles et aussi qu'aux éthers isocyaniques (4).

Sur la colonne de nickel réduit, maintenue vers 160°-180°, on dirige les vapeurs de la carbylamine, entraînée par un excès d'hydrogène. Le gaz, au sortir du tube à métal, est dirigé dans un tube en U fortement refroidi, où se condensent en majeure partie des liquides issus de la réaction, puis il traverse un barboteur à eau et peut être ensuite recueilli. On a constaté que, dans tous les cas, il est demeuré constitué par de l'hydrogène pur sans aucune proportion appréciable de méthane ou d'autres hydrocarbures. Aucun dépôt de charbon ne se produit sur le nickel. Si l'on règle convena-

(1) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus,* t. CXL, 1905, p. 482.

(2) A. Gautier, *Ann. Chim. Phys.,* 4e série, t. XVII, 1869, p. 203.

(3) Nef, *Ann. der Chem. und Pharm.,* t. CCLXX, 1892, p. 277.

(4) Paul Sabatier et A. Mailhe, *Comptes rendus,* t. CXLIV, 1907, p. 824.

blement, à l'aide du dispositif habituel, le débit de la carbylamine, celle-ci est totalement transformée.

Méthylcarbylamine : $CH^3.N:C$. — Ce composé, dont les vapeurs très irritantes et toxiques rendent le maniement fort pénible, bout à 59°,5. Son hydrogénation, réalisée vers 160°, marche régulièrement. Le liquide condensé est incolore, très mobile : il dégage une odeur ammoniacale très intense. Il passe à la distillation de 7° à 25°. Il est constitué en majeure partie par de la *diméthylamine* bouillant à 7°, qui est le produit normal de l'hydrogénation : elle donne avec le sulfate cuivrique un précipité bleu insoluble dans un excès, et avec l'acétate de plomb un précipité blanc, insoluble dans un excès, caractères qui la différencient nettement de la méthylamine et de l'éthylamine. Elle est associée à une petite proportion d'*éthylamine* bouillant à 19° et de *diéthylamine* bouillant à 56°.

La production de ces deux dernières amines se trouve facilement expliquée, si l'on admet que la carbylamine a subi partiellement au contact du métal une transformation en nitrile isomère CH^3CN, lequel par hydrogénation consécutive donne, comme on le sait, de l'éthylamine et de la diéthylamine avec départ corrélatif d'ammoniaque, dont une certaine dose peut être effectivement reconnue dans la solution aqueuse du laveur.

D'ailleurs une portion de la carbylamine subit dans le tube à métal une polymérisation avec dépôt de matières brunes goudronneuses, qui finissent, après quelque temps, par altérer la surface du nickel et affaiblir son activité hydrogénante. A ce moment, une certaine dose de carbylamine pourra échapper à la réaction et se condenser avec les amines.

Éthylcarbylamine : $C^2H^5.N:C$ — La réaction se produit dans des conditions tout à fait analogues avec l'éthylcarbylamine (qui bout à 78°). L'hydrogénation, poursuivie à 160°-170°, fournit un liquide condensé qui est formé en majeure partie de *méthyléthylamine,* $\begin{matrix}C^2H^5\\CH^3\end{matrix}\!\!>\!NH$, bouillant vers 35°, qui est le produit normal de la réaction. Elle est accompagnée d'une petite quantité de *propylamine,* $C^3H^7.NH^2$, bouillant à 49°, et de *dipropylamine,* bouillant à 110° : ces dernières proviennent de l'hydrogénation du propane-nitrile $C^2H^5.CN$, qui a été produit par l'isomérisation partielle de la carbylamine. Une autre portion de cette dernière s'est polymérisée en matières goudronneuses qui altèrent peu à peu le nickel.

Bisméthoéthylcarbylamine : $(CH^3)^3C.N:C$. — La carbylamine correspondant au triméthylcarbinol est un liquide huileux qui bout à 91°. Son hydrogénation, poursuivie sur le nickel vers 170°-180°, suit une marche analogue à celles qui viennent d'être décrites. Le liquide condensé est un

mélange d'amines distillant de 60° à 85°; il est constitué principalement par la *méthylbisméthoéthylamine*, produit normal de la réaction, qui est accompagnée par la *bisméthopropylamine*, bouillant à 83°, et par une faible dose d'amine à point d'ébullition élevé qui est sans doute l'amine secondaire correspondante.

La bisméthopropylamine $(CH^3)^3.C.CH^2.NH^2$, issue visiblement de l'isomérisation de la carbylamine en nitrile, est déjà connue. Au contraire, la *méthylbisméthoéthylamine* $\begin{matrix} CH^3 \\ (CH^3)^3.C \end{matrix}\Big> NH$ n'avait jamais été décrite.

C'est un liquide incolore, mobile, d'odeur végétale pénétrante qui n'est pas désagréable; il bout à 58°-60°. C'est une amine secondaire qui fournit, par l'action de l'acide azoteux, un dérivé nitrosé huileux.

Elle donne directement, au contact d'anhydride carbonique humide, un *carbonate* solide blanc, stable, qui jaunit un peu à la longue.

Son *chlorhydrate* est blanc, déliquescent (chlore pour 100 : trouvé 28,5; calculé 28,5).

L'*oxalate*, peu soluble, fond en se détruisant vers 160°.

L'amine, mise au contact d'isocyanate de phényle, fournit de suite la *méthyl-α-bisméthoéthyl-α-phényl-β-urée*, qui recristallise de l'alcool en aiguilles et lames rhombiques inclinées, fondant à 118°.

Les résultats qui précèdent montrent que, quand on soumet les diverses carbylamines forméniques à l'hydrogénation directe sur le nickel au-dessous de 180°, une portion se polymérise en produits goudronneux qui restent dans le tube; une autre portion s'isomérise en nitrile R.CN, qui fournit ensuite les amines $R.CH^2.NH^2$ et $(R.CH^2)^2NH$, en même temps que de l'ammoniaque libre. La plus grande partie donne la réaction normale conforme à la constitution assignée par M. Gautier :

$$R.N:C + 2H^2 = \begin{matrix} R \\ CH^3 \end{matrix}\Big> NH.$$

Si la réaction est conduite à température trop haute, par exemple à 220°-250°, la molécule d'amine secondaire se disloque au contact du métal. On recueille de l'hydrogène mélangé d'hydrocarbures, et il se produit beaucoup d'ammoniaque. Cet effet est d'autant plus important que la carbylamine est plus complexe.

M. A. DE LAPPARENT fait hommage à l'Académie de la troisième édition de ses *Leçons de Géographie physique*.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre, à la place devenue vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *H. Moissan*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 58,

M. H. Le Chatelier obtient	....	40	suffrages
M. Colson	»	7	»
M. Le Bel	»	6	»
M. Jungfleisch	»	4	»
M. Béhal	»	1	»

M. **H. Le Chatelier**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la désignation d'un de ses Membres qui devra être présenté au choix de l'Institut pour remplir la place laissée vacante par suite du décès de M. *Berthelot*, dans le Conseil supérieur de l'Instruction publique.

M. **Darboux** réunit la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg**, l'**École Polytechnique de Rio de Janeiro** adressent à l'Académie l'expression de leur profonde sympathie à l'occasion de la mort de MM. *Moissan* et *Berthelot*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Les équations aux dérivées partielles à caractéristiques réelles*, par R. d'Adhémar. (Présenté par M. Émile Picard.)

2° *Étude dynamique des voitures automobiles,* par ALBERT PETOT, 1er fascicule.

3° *Applications de la Photographie aux levés topographiques en haute montagne,* par HENRI VALLOT et JOSEPH VALLOT.

4° *L'Électricité,* par LUCIEN POINCARÉ.

5° Le fascicule 7 (OISEAUX) des *Décades zoologiques* de la Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. (Présenté par M. Yves Delage.)

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Étude des rapports entre l'activité solaire et les variations magnétiques et électriques enregistrées à Tortose (Espagne).* Note de MM. **CIRERA** et **BALCELLI**, présentée par M. Deslandres.

Le commencement de cette année a été signalé par un surcroît d'activité solaire accompagné d'importantes perturbations magnétiques et électriques qui ont été enregistrées à l'Observatoire de l'Èbre. Le temps assez favorable nous a permis de réunir l'ensemble des observations pour les mois de janvier, février et mars de l'année courante 1907.

Pour le magnétisme terrestre, il y a en janvier une période troublée, à partir du 7. Elle se manifeste pleinement le 8 à $16^h 45^m$ (1). Le 10, perturbation moins forte que la précédente, de 16^h à 20^h. Seconde perturbation importante le 11, de $8^h 46^m$ jusqu'à 21^h. Oscillation de la déclinaison : $D = 18', 3$. La troisième perturbation importante a eu lieu le 14 : elle commence par un mouvement soudain à $19^h 35^m$: la durée du trouble est de 4 à 5 heures. Oscillation : $D = 16', 3$. Le 15 matin et pendant la journée, l'agitation se renouvelle, mais moins fortement, et ensuite du 23 au 27, mais encore plus faible.

En février, une forte perturbation commence le 7 à $8^h 9^m$. Le 9, une tempête magnétique éclate à $14^h 16^m$. Les mouvements les plus violents se continuent pendant 13 heures. Oscillation : $D = 48'$. Une troisième perturbation assez importante a lieu le 11; l'état troublé continue du 13 au 17, mais en diminution; il reprend du 21 au 25, encore moins notable.

En mars, une courte période de forte perturbation commence le 10 à $5^h 3^m$. Oscillation : $D = 17'8$. Le 11 se reproduit la perturbation, à $17^h 23^m$, elle continue le 12 avec une intensité décroissante. Une autre période troublée s'annonce le 19. Le 21 à $13^h 21^m$ s'enregistre une forte perturbation : Oscillation : $D = 21'$. Le 22 continue la perturbation jusqu'à 6^h; le 25 perturbation légère.

(1) Temps civil de Greenwich.

On remarque donc en janvier, février et mars six périodes de perturbations magnétiques, deux chaque mois. Le temps écoulé entre les commencements des premières périodes de janvier et de février a été de 29 jours 16 heures et, entre ceux de février et mars, de 30 jours 21 heures. En outre, en janvier il y a eu trois perturbations importantes séparées, la première et la seconde, par un intervalle de 2 jours 16 heures; la seconde et la troisième par un intervalle de 3 jours 11 heures. Le mois de février offre aussi trois perturbations principales, les deux intervalles étant 2 jours 6 heures et 2 jours 5 heures. En mars on a aussi trois perturbations dans la première période, mais plus rapprochées : la première période arrive à son maximum en février; elle décroît rapidement en mars. La seconde période du mois suit une marche contraire; elle acquiert en mars des proportions importantes. Pendant les perturbations, quand les deux composantes augmentent, la déclinaison diminue.

Les courants telluriques ont accusé les mêmes périodes troublées que les éléments magnétiques. L'amplitude des variations enregistrées pendant les perturbations dans les deux directions étudiées à l'Observatoire est très différente. Le courant NNW-SSE a des oscillations de 200, de 300 et même de plus de 400 millivolts (par kilomètre) dans les grandes perturbations, tandis que le courant WSW-ENE oscille seulement une dixième partie environ du précédent. La valeur absolue cependant du premier (150 millivolts à peu près) n'est d'ordinaire en temps calme que le double de celle du second. La composante WSW-ENE ne change pas de signe; seulement, dans la perturbation du 9 février, elle a eu quelquefois une direction contraire. Pour la composante NNW-SSE le signe a changé quelquefois dans les fortes perturbations.

Entre les courants telluriques et les éléments magnétiques on observe quelques rapports pendant cette période :

a. La composante NNW a une allure semblable à celle de la déclinaison; *b*. Il y a une relation pareille entre la composante WSW et la force magnétique; *c*. Les variations des courants telluriques précèdent un peu celles des éléments magnétiques D et Z, et plus encore celles de H.

Pour l'électricité atmosphérique, on ne remarque pas dans nos appareils les mêmes périodes que pour le magnétisme et pour les courants telluriques. Quant à l'ionisation de l'air, il nous est difficile d'en connaître les variations, ne pouvant disposer d'un appareil enregistreur. L'observation diurne du nombre et de la mobilité des ions faite à 11^h accuse en général une diminution de ces deux éléments les jours de brume dans la vallée de l'Èbre, même la colline de l'Observatoire étant complètement libre de brume. Quant au potentiel électrique de l'air, il faut noter le 14 janvier une forte perturbation en ciel clair. Pour la tempête magnétique du 9 février, il y a eu certainement une forte perturbation du potentiel, mais le ciel était nuageux.

Ce qui frappe souvent (8, 13, 17, 20 janvier; 11, 12, 23, 25 février; 3, 13, 15, 23 mars), c'est la coïncidence du potentiel et des courants telluriques qui sont faibles; mais il existe de fortes perturbations des courants telluriques sans qu'on remarque une agitation dans le potentiel.

Quant à l'activité solaire, le 8 janvier a paru, au bord Est, un immense groupe de flocculi; le 9, il était sur le disque formé par deux groupes importants. On voyait (10, 11) une prolongation des flocculi dans le sens opposé à la rotation. Cette région d'activité traverse (14, 15) le méridien central. Un groupe rétrograde se détache de la région principale le 20. En février (4, 5) réapparaissent les deux régions d'activité complètement séparées. Il y a des changements avant le 8. La première région passe (9, 10) par le méridien central. La seconde région augmente graduellement (10, 11, 12). Une grosse tache traverse (11, 12) le méridien; d'autres, le 13. Le 14, il y a des changements continus. Les 15, 16, 17, 18, 19, décroissement dans le groupe des flocculi; ils se prolongent aussi en sens rétrograde. Les 3, 4, 5 mars, réapparition des deux régions d'activité. La première, qui a diminué plus que la seconde, passe au méridien central le 9; elle décroît rapidement. La seconde région traverse (11, 12) le méridien central; elle montre quelques variations et surtout une prolongation en sens rétrograde.

Cette étude conduit aux remarques suivantes : *a*. L'activité solaire augmentait en janvier, elle passait par un maximum en février et diminuait en mars; *b*. Les centres des régions d'activité ont eu une marche en sens opposé à la rotation du Soleil; *c*. Les variations d'activité commençaient souvent par la chromosphère. Nous trouvons que les perturbations magnétiques ont coïncidé : ou 1° avec l'apparition d'une grande région d'activité dans le bord E (8 janvier, 4 mars); ou 2° avec le passage par le méridien central d'une région active (14, 15 janvier, 7, 9, 10, 11, 13, 22 février, 1er, 11, 12 mars); ou 3° avec un surcroît extraordinaire d'activité dans une zone voisine du méridien central (11 janvier, 14, 15 février).

Remarques. — 1° La perturbation du 22 mars coïncide avec le passage d'une zone qui était active dans la rotation précédente.

2° Les perturbations ont été plus intenses (9, 10 février, 14, 15 janvier) quand elles ont coïncidé et avec le passage au méridien d'une région déjà activée et avec un surcroît d'activité.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations différentielles du second ordre et du premier degré dont l'intégrale générale est à points critiques fixes.* Note de M. **Bertrand Gambier**, présentée par M. Painlevé.

Pour achever l'énumération des équations du deuxième ordre et du premier degré à points critiques fixes, il me reste à examiner deux cas : les deux cas où, dans l'équation

$$y'' = A(y, x)y'^2 + B(y, x)y' + C(y, x),$$

A est réductible par une transformation (calculable algébriquement) $[p(x)y + q(x)]Y = l(x)y + m(x)$ à une des deux formes

$$\frac{3}{4}\left(\frac{1}{Y} + \frac{1}{Y-1}\right) \quad \text{ou} \quad \frac{2}{3Y} + \frac{1}{2(Y-1)}.$$

1. *Cas où* $A = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right)$. — L'équation est alors de la forme

$$(1)\quad \begin{cases} y'' = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right)y'^2 + \left(a + \frac{b}{y} - \frac{c}{y-1}\right)y' \\ \quad + y(y-1)\left[d\left(y - \frac{1}{2}\right) + \frac{b^2}{y^2} - \frac{c^2}{(y-1)^2} + \frac{h}{y} + \frac{k}{y-1}\right]. \end{cases}$$

La substitution $X = x$, $Yy = 1$ ne change pas la forme de l'équation, permute b et c, h et k. Il y a trois cas à distinguer : b, c nuls tous deux; b, c tous deux non nuls; un seul nul, b par exemple, puisque l'on peut permuter b et c.

Le premier cas donne deux équations intégrables par les fonctions elliptiques; la première, citée par M. Painlevé, à savoir [$q(x)$ désignant une fonction analytique de x; α, β, γ constantes numériques]

$$y'' = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right)y'^2 + q(x)y,$$

$$y'' = \frac{3}{4}\left(\frac{1}{y} + \frac{1}{y-1}\right)y'^2 + \frac{q'(x)}{2q(x)}y' + q(x)y(y-1)\left[\frac{\alpha}{y} + \frac{\beta}{y-1} + 2\gamma(2y-1)\right].$$

Si $bc \neq 0$, les six coefficients a, b, c, d, h, k sont liés par cinq relations

dont j'écris trois

$$(2)\quad \begin{cases} 2b(a+c)-2b'+h+2b^2=0, \qquad 2da-d'=0, \\ 2c(a+b)-2c'+k+2c^2=0. \end{cases}$$

Pour simplifier les notations je pose $b-c=-3r$, $d=8\mathrm{D}^2$; je fais la transformation

$$4u=\frac{y'+2b}{y}+\frac{y'-2c}{1-y}+4r,$$

d'où

$$[(u-r)^2-\mathrm{D}^2](2y-1)=u'-r'-a(u-r),$$
$$u''=2u^3+(2b+2c+3a)u'+\ldots.$$

L'équation en u donne la solution; c'est l'un des types étudiés par M. Painlevé, elle prend la forme la plus simple possible quand

$$2b+2c+3a=0;$$

je suppose cette condition remplie, sinon je ferais

$$y=\mathrm{Y}, \qquad \mathrm{X}=\varphi(x), \qquad u=\mathrm{U}\varphi'(x),$$

avec $(2b+2c+3a)\varphi'-3\varphi''=0$ et je raisonnerais sur l'équation transformée. L'équation en u coïncide alors avec l'un des trois types $u''=2u^3$, ou $u''=2u^3+\alpha u+\beta$, ou $u''=2u^3+xu+\alpha$; en exprimant ces conditions, on calcule explicitement les coefficients au moyen de deux intégrales particulières u_1 et u_2 de l'équation en u, comme j'ai expliqué dans la Note précédente [par exemple si $\mathrm{D}\neq 0$, on a $2r=u_1+u_2$, $2\mathrm{D}=u_1-u_2$, d'où a par $a\mathrm{D}-\mathrm{D}'=0$, b et c par $b-c=-3r$, $2b+2c+3a=0$, puis h et k par (2)].

Enfin, si $b=0$ $c\neq 0$, on a ou bien $h=0$, auquel cas l'équation rentre dans le cas précédent, ou bien $h\neq 0$ avec $2h(a+c)=h'$ et les deux dernières relations (2). On obtient alors cinq équations, réductibles par des opérations analogues aux précédentes à $u''=2u^3$, ou $u''=2u^3+u+\beta$ ou $u''=2u^3+xu-\frac{1}{2}$ si $d=0$, et à $u''=2u^3+\alpha u+1$ ou $u''=2u^3+xu+\alpha$ si $d\neq 0$.

2. *Cas où* $\mathrm{A}=\frac{2}{3y}+\frac{1}{2(y-1)}$. — L'équation est de la forme

$$(1)\quad \begin{cases} y''=\left[\frac{2}{3y}+\frac{2}{2(y-1)}\right]y'^2+\left(ay+b+\frac{c}{y}\right)y' \\ \qquad +\left[\frac{3a^2}{8}y+f+\frac{3c^2}{y^2}+\frac{h}{(y-1)^2}+\frac{k}{y}+\frac{h}{3(y-1)}\right]y(y-1). \end{cases}$$

Entre les six coefficients a, b, c, f, h, k il y a cinq relations dont j'écris trois

$$(2)\qquad \begin{cases} 2h(a+b+c)-h'=0, \qquad 2k+3c^2+6(bc-c')=0, \\ 4f+3a^2+6(ab-a')=0. \end{cases}$$

Pour des raisons et par une substitution analogues, je suppose de plus $\frac{2a}{4}+b+\frac{c}{4}=0$; je pose $t=\frac{3c}{4}-\frac{3a}{10}$, $u=-\frac{3a}{5}-\frac{3c}{4}$, $2h=-9\mathrm{H}^2$ et j'effectue la transformation

$$v'=-3c+3\left(v+\frac{c}{4}-\frac{a}{5}\right)y+\frac{3a}{2}y^2,$$

d'où

$$y-1=\frac{3[(v-t)^2-\mathrm{H}^2]}{2[v'-t'+u(v-t)]-[(v-t)^2-\mathrm{H}^2]},$$

$$v''=-vv'+v^3-12\mathrm{A}(x)v+12\mathrm{A}'(x),$$

$$\mathrm{A}''=6\mathrm{A}^2+\mathrm{S}, \qquad \mathrm{S}=0, \qquad -\frac{1}{24}, \quad \text{ou } x.$$

L'équation en v donne la solution : M. Painlevé l'intègre en écrivant $v'+v^2=6(z+\mathrm{A})$, d'où

$$z''=6z^2+\mathrm{S} \qquad \text{et} \qquad (z-\mathrm{A})v=z'-\mathrm{A}'.$$

En écrivant que l'équation en v coïncide avec la forme indiquée, on calcule explicitement tous les coefficients au moyen de la fonction auxiliaire A et de deux nouvelles fonctions B et C, toutes trois intégrales particulières de $z''=6z^2+\mathrm{S}$.

Par exemple, si $h\neq 0$, on a

$$t+\mathrm{H}=\frac{d}{dx}\log(\mathrm{B}-\mathrm{A}), \qquad t-\mathrm{H}=\frac{d}{dx}\log(\mathrm{C}-\mathrm{A}), \qquad \mathrm{H}u+\mathrm{H}'=0$$

qui donnent t, H, u et, par suite, tous les autres coefficients en vertu des relations que j'ai données; dans ces formules, on peut supposer que B ou C, ou toutes deux tendent vers la fonction A; les équations correspondant à $h=0$ s'obtiendront comme dégénérescences des précédentes en faisant tendre C vers B.

GÉOMÉTRIE. — *Sur certaines congruences de droites.* Note de M. **Ch. Michel**, présentée par M. Appell.

I. Soient deux surfaces réglées S et S_1. Si je fais correspondre d'une manière quelconque à toute droite G de la surface S une droite G_1 de la surface S_1, je puis énoncer le théorème suivant :

La détermination des courbes C *tracées sur la surface* S *et telles que la tangente à l'une d'elles au point d'intersection avec* G *rencontre* G_1 *dépend de l'intégration d'une équation de Riccati. Le rapport anharmonique des points d'intersection de quatre courbes* C *avec une droite variable* G *est constant.*

Si la surface S_1, variant d'une manière continue, vient à coïncider avec la surface S, de manière que G_1 vienne à coïncider avec G, les courbes C deviennent les lignes asymptotiques de la surface S, autres que les droites G. On a ainsi un théorème énoncé par M. Picard dans son Mémoire sur une *Application de la théorie des complexes linéaires* (*Annales de l'École normale supérieure*, 1877).

Si, S_1 étant quelconque, S est une surface développable, on obtient un théorème démontré par M. Darboux (*Leçons sur la théorie générale des surfaces*, t. II, p. 14-15).

II. Soit un complexe linéaire. S étant une surface quelconque engendrée par une droite G, prenons pour surface S_1 la surface engendrée par la droite G_1, conjuguée de G par rapport au complexe. J'ai alors le théorème suivant :

La détermination des courbes C, *tracées sur la surface* S, *dont les tangentes font partie d'un complexe linéaire donné, dépend de l'intégration d'une équation de Riccati.*

Si la surface S est un cône, les courbes C s'obtiennent par une simple quadrature. En transformant par polaires réciproques, on voit que les développables qui passent par une courbe plane, et dont les génératrices rectilignes font partie d'un complexe linéaire donné, dépendent aussi d'une quadrature. En particulier, les développables isotropes, dont les génératrices rectilignes font partie d'un complexe linéaire, ont pour arêtes de rebroussement les hélices de longueur nulle tracées sur le cylindre, de révolution autour de l'axe du complexe, qui est le lieu des droites conjuguées par rapport au complexe des tangentes au cercle de l'infini.

III. La tangente à une courbe C précédente au point M de rencontre avec

la droite G de la surface S touche la surface S_1 au point M_1 de rencontre avec la droite G_1. Les tangentes aux courbes C forment une congruence qui fait partie d'un complexe linéaire, et dont les surfaces focales sont S et S_1, de façon que les droites de la congruence qui touchent S en tous les points d'une droite G touchent S_1 en tous les points de la droite G_1. Cette congruence est aussi celle des tangentes aux courbes C_1, qui sont tracées sur S_1 et dont les tangentes font partie du complexe linéaire donné.

Les droites de la congruence dont les points de contact avec S et S_1 sont situés sur G et G_1 forment un système de génératrices rectilignes d'une quadrique Q, qui se raccorde à S et à S_1 le long de G et de G_1.

IV. Pour que les droites de la congruence précédente soient normales à une famille de surfaces parallèles, il faut et il suffit que les normales à la surface S fassent partie du complexe linéaire donné. Par suite, en vertu d'un théorème de M. Picard (*loc. cit.*), il faut et il suffit que la surface S soit un hélicoïde réglé, de pas convenablement choisi, dont l'axe coïncide avec l'axe du complexe. Mais on peut raisonner autrement. Il faut et il suffit que, quelle que soit G sur S, la quadrique Q soit le lieu des droites d'intersection des plans rectangulaires variables menés par G et G_1. J'ai pu ainsi obtenir le théorème suivant :

Pour qu'une surface réglée soit un hélicoïde, il faut et il suffit que : 1° *les droites de la surface fassent un même angle avec une direction fixe;* 2° *les génératrices rectilignes de la développable isotrope circonscrite à la surface fassent partie d'un complexe linéaire dont l'axe soit parallèle à cette direction.*

La surface S_1 est alors un hélicoïde. Les courbes C sont des géodésiques de S; ce sont les trajectoires orthogonales des hélices tracées sur S. Une de ces courbes C est l'arête de rebroussement de la développable isotrope circonscrite à S_1. Elle doit compter pour deux, de sorte que les courbes C se déterminent à l'aide d'une quadrature. On a ainsi un cas particulier d'un résultat qui s'applique à un hélicoïde quelconque.

Si S est un hélicoïde développable, la congruence est formée des normales à une hélice.

NAVIGATION. — *Dispositif auto-amortisseur du roulis des navires.* Note de M. V. Crémieu, présentée par M. Poincaré.

Un navire sur houle prend toujours un roulis dont l'amplitude d'apogée est très supérieure à l'angle d'inclinaison des vagues au point d'inflexion;

par suite de la faible valeur de la résistance passive M de la carène, la force vive due à un grand nombre de vagues successives s'accumule sur le navire. On sait d'ailleurs que l'expression de l'amplitude maximum du roulis sur houle, synchrone ou non synchrone, contient en dénominateur le coefficient N de décroissement des roulis artificiels en eau calme.

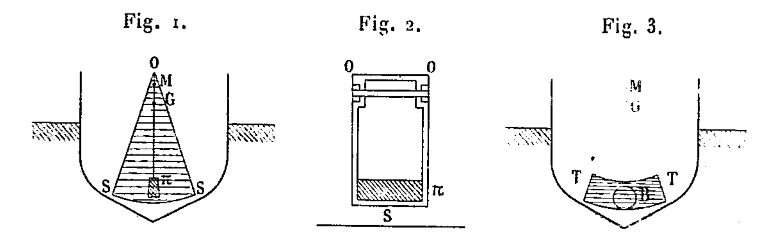
Pour un navire normal, N est compris entre 0,008 et 0,03.

L'emploi des *quilles latérales* permet d'élever N jusqu'à 0,05 pour les roulis de grande amplitude; avec le *lest liquide*, on obtient des résultats analogues pour les roulis de faible amplitude.

Mais aucun de ces deux procédés ne permet d'aller plus loin.

Le dispositif suivant permet de donner à N toutes les valeurs jusqu'à l'unité; il est tel qu'à chaque instant une fraction déterminée de la force vive oscillatoire du navire se trouve automatiquement dissipée sous forme de chaleur; les oscillations de roulis sont ainsi amorties dans la mesure où on le désire; le navire peut même être rendu apériodique.

Soit (*fig.* 1) M le métacentre d'un navire de déplacement P, de centre de gravité G et de hauteur métacentrique a. On fixe au navire, au niveau de M, un axe MM portant une lame de longueur l égale à toute la hauteur dont on peut disposer entre M et le fond de la cale du navire. A l'extrémité de la lame on fixe un poids π; on a ainsi un pendule de moment πl. On l'enferme dans un compartiment étanche OSS, ayant la



forme d'un secteur circulaire, d'angle égal à l'angle moyen prévu pour le roulis du navire considéré.

La section de OSS par le plan longitudinal du navire est supérieure (*fig.* 2) à la largeur et à la longueur de la lame d'une quantité $2e$ très faible.

Le compartiment est entièrement rempli d'un liquide ayant un coefficient de viscosité μ très élevé.

Quand le navire oscille sous l'action du couple de stabilité Pa, il entraîne le liquide visqueux. Celui-ci exerce alors une pression sur la lame pendulaire, qui tend d'autre part à rester verticale sous l'action du moment πl. Pour une valeur convenable de l'intervalle e, la lame demeure sensiblement verticale. Le mouvement relatif de la lame par rapport aux parois de OSS est alors maximum.

Ce mouvement fait circuler un certain volume V de liquide à travers les intervalles e, ce qui entraîne une dissipation d'énergie proportionnelle à μ et au produit

de V par le carré de la vitesse de glissement des couches liquides; la quantité d'énergie dissipée est, par suite, en raison inverse de e^3. On pourra donc, connaissant la valeur de πl et se donnant approximativement μ, calculer e et, l'appareil construit, achever le réglage en faisant varier μ par des mélanges convenables.

La circulation de liquide entraîne une transformation en chaleur W et communique une certaine énergie cinétique Q au liquide visqueux; mais, si le pendule est apériodique dans le liquide, ce qui sera toujours réalisé, Q est négligeable devant W; tout le travail du pendule, proportionnel à πl, sera pratiquement transformé en chaleur.

D'autre part, on sait que les résistances passives de la carène absorbent une fraction de l'énergie oscillatoire du navire, proportionnelle à N, et qui n'est pas négligeable.

Pour rendre le navire apériodique, il faudrait donner à πl une valeur suffisante pour absorber tout ce qui n'est pas détruit par les résistances passives. Mais l'apériodicité serait très dangereuse pour un navire sur houle. Il est nécessaire que la pseudo-période du navire amorti soit peu supérieure à sa période normale; il faut pour cela que, dans une expérience en eau calme, le navire s'arrête après deux ou trois oscillations; le calcul de la fraction d'énergie à faire absorber par le pendule est très difficile dans ce cas. Mais les expériences faites sur des modèles ont montré qu'il suffit de prendre

$$\frac{4}{10} < \frac{\pi l}{Pa} < \frac{5}{10^e}.$$

Le poids π sera alors une fraction de P d'autant plus faible que $\frac{a}{l}$ sera plus petit, c'est-à-dire que le déplacement du navire sera plus considérable, la hauteur métacentrique a étant sensiblement indépendante du déplacement.

On obtient des effets identiques en plaçant au fond de la cale un tube TT (*fig.* 3) à section circulaire, plein de liquide visqueux, et ayant la forme d'une section de tore de rayon égal à la longueur l du pendule dans le dispositif précédent. Ce tube contient une sphère B, de poids π, de diamètre un peu inférieur à celui du tube qui prend, par suite du roulis, des mouvements sensiblement identiques à ceux du pendule. Cette disposition a l'avantage d'être moins encombrante; de plus, elle évite les torsions possibles de la lame pendulaire par suite de tangages violents.

Dans les deux formes d'amortisseurs décrites, les poids π oscillant suivant un cercle de centre M n'interviennent pas dans le couple de stabilité

qui se trouve ainsi réduit à

$$(1) \qquad (P - \pi)a.$$

Mais ce qui importe pour le roulis, ce sont les *qualités nautiques* qui résultent de la stabilité statique et de la stabilité dynamique. Le système amortisseur, s'il diminue la première, augmente considérablement la seconde. Il a pour effet d'ajouter à la résistance passive de la carène une résistance intérieure au navire dont le moment est très élevé.

Du reste, suivant les navires, il peut y avoir intérêt à augmenter ou à diminuer la valeur de (1). On y arrivera très simplement en prenant pour centre d'oscillation des poids π un point situé en dessous ou en dessus du point M, à une distance b. Le couple de stabilité statique sera alors

$$(2) \qquad (P - \pi)a \pm \pi b.$$

Des expériences ont été effectuées sur différents modèles. Celui qui est présenté à l'Académie est une réduction au $\frac{1}{50}$ d'un paquebot de 1200^{tx}. Le modèle pèse 18^{kg}, y compris les poids π qui sont égaux à 1^{kg}. La hauteur métacentrique est de 8^{mm}, la période de 2 secondes, le rapport $\frac{a}{l} = \frac{1}{10}$ seulement.

Le coefficient N, égal à 0,022 sans amortisseur, devient égal à 0,3 avec les amortisseurs. Écarté de sa flottaison droite en eau calme, le modèle revient alors au repos après deux à trois oscillations.

PHYSIQUE. — *Des atomes plurivalents.* Note de M. **Henri Pellat**, présentée par M. Lippmann.

La facilité avec laquelle les atomes plurivalents se transforment en atomes d'une autre valence (transformation des sels ferriques en sels ferreux, des sels mercuriques en sels mercureux, etc.) fait penser que les atomes plurivalents sont formés par la juxtaposition d'atomes monovalents. Ce seraient alors ces atomes monovalents qui auraient la constitution que les théories de Lorentz ou de Larmor attribuent à l'atome et dont résulte, comme je l'ai montré [1], une forme sphérique ou à peu près sphérique

---

[1] *De la constitution de l'atome et de la loi de Coulomb* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 744).

pour cet atome. C'est alors aux atomes monovalents seuls que s'applique la relation (2) de ma précédente Note [1], puisqu'elle suppose l'ion sphérique, et l'on doit y faire la valence $n = 1$.

L'atome plurivalent étant composé d'atomes sphériques juxtaposés, tous de même rayon, se mouvant comme un bloc pendant l'électrolyse, on voit que les forces électriques motrices pendant celle-ci, ainsi que les forces de frottements, sont proportionnelles au nombre de ces atomes juxtaposés; par conséquent, la vitesse qu'ils prennent dans un même champ électrique doit être indépendante aussi du nombre de ces atomes juxtaposés. Ainsi s'explique que la mobilité de l'ion est indépendante de sa valence, comme l'indique l'expérience. Ce bloc formé par les atomes monovalents juxtaposés doit, au point de vue des lois de l'osmose, se comporter comme un seul atome monovalent ou comme une molécule, conformément à l'expérience.

Il résulte encore de là que l'incertitude, signalée dans ma dernière Note, sur la valeur à attribuer à la valence de l'atome de mercure pour en déduire par la relation (5) de cette Note la valeur de la charge e portée par l'ion monovalent, est levée : il faut faire $n = 1$ dans cette relation qui devient, dans le cas du mercure,

$$(4) \qquad e^2 = 3,689.10^{-41} \frac{200}{13,6} \frac{r^3}{R^3} = 5,425.10^{-40} \frac{r^3}{R^3};$$

2R étant le côté d'un cube ne renfermant qu'un seul atome dans la décomposition d'un volume de mercure liquide en cubes égaux.

Avec l'approximation faite dans ma Note de prendre le rayon de l'atome $r = R$, il vient $e = 2,3.10^{-20}$, valeur très voisine de celle $2,2.10^{-20}$ donnée par la méthode indirecte fondée sur les propriétés des ions gazeux et résultant des premières expériences de M. J.-J. Thomson.

Mais, en réalité, r est plus petit que R et, par conséquent, $e < 2,3.10^{-20}$. Si l'on admet comme valeur la plus probable de e celle donnée par les dernières expériences de M. J.-J. Thomson sur les ions gazeux $1,1.10^{-20}$, on peut, en portant cette valeur dans la relation (1), en déduire le rapport $\frac{R}{r}$; on trouve pour celui-ci le nombre 1,65. Ainsi la distance de bord

---

[1] *Détermination directe de la valeur absolue de la charge électrique d'un ion électrolytique monovalent. — Diamètre d'un atome* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 902).

à bord de deux atomes voisins dans le mercure liquide serait inférieure au diamètre de ces atomes.

Enfin nous rappelons que le rayon de ces atomes monovalents constitutifs des atomes plurivalents est, d'après ma dernière Note, égal à

$$7,8.10^{-9} \text{ centimètre}$$

pour les atomes correspondant à des ions normaux.

Ainsi, en admettant qu'un atome plurivalent est constitué par la juxtaposition d'autant d'atomes monovalents sphériques qu'il y a d'unités dans la valence, tout s'accorde et tout s'explique avec la plus grande facilité.

PHYSIQUE. — *Sur un condensateur parlant.* Note de M. **Timoléon Argyropoulos**, présentée par M. J. Violle.

Plusieurs physiciens, entre autres Wright, Varley, Pollard et Garnier, Dolbear, se sont occupés des condensateurs *chantants*. J'ai réussi à avoir un condensateur *parlant* très distinctement et à haute voix.

Pour cela, j'ai pris un fort microphone et un transformateur composé de lames de fer formant un noyau de 3^{cm} à 4^{cm} d'épaisseur, sur lequel étaient enroulés deux fils de cuivre isolé, d'un diamètre de $2^{mm},5$ à peu près et d'une longueur d'environ 70^{m}. L'un de ces fils est relié au microphone avec interposition de quatre accumulateurs. De l'autre côté, j'ai pris un condensateur formé par des feuilles d'étain et papier fort paraffiné, et d'une capacité de 7 microfarads. Je relie les deux armatures du condensateur avec une source constante de 220 volts (*c'est en cela surtout que consiste la nouveauté de mon expérience*) par l'intermédiaire du second fil du transformateur.

J'ai mis dans une chambre le microphone, dans une autre bien fermée le transformateur, et dans une troisième également bien fermée le condensateur, pour être sûr que c'est le condensateur qui parle.

Toutes les paroles prononcées devant le microphone sont très distinctement et très nettement entendues de toutes les personnes se trouvant dans la chambre où est installé le condensateur. Je trouve que l'intensité de la voix rendue par le condensateur augmente avec la différence de potentiel que j'ai établie entre ses armatures. Avec 110 volts, la voix est encore nette, mais bien plus faible. La capacité du condensateur et sa construction ont aussi un effet. Je n'ai malheureusement pas eu la possibi-

lité de varier les conditions de mon expérience comme je l'aurais voulu; je le ferai dès que j'en aurai les moyens.

Mais j'ai tenu à soumettre sans retard à l'Académie des Sciences le résultat de cette expérience dans laquelle j'ai réussi à faire *parler* un condensateur, en le portant par une source séparée à un potentiel constant de 220 volts ou même davantage.

ÉLECTRICITÉ. — *Le télékine et la télémécanique*. Note de M. L. **Torres** (1).

La Note de M. Gabet (2) sur *un nouvel appareil de télémécanique sans fil* contient deux erreurs de fait que je crois nécessaire de rectifier.

1° On lit dans cette Note :

« Les appareils de télémécanique actuels se composent en principe d'un axe portant des contacts décalés les uns par rapport aux autres et correspondant chacun à une *commande* déterminée. Cet axe est animé d'un mouvement de rotation relativement lent (environ un tour par minute), de sorte qu'il faut attendre, pour lancer la *commande*, que le contact correspondant soit en face du balai d'arrivée du courant.

» Nous avons combiné un appareil qui permet *directement* et pour ainsi dire instantanément la sélection du phénomène dont l'opérateur désire amener le déclenchement. »

Pour arriver à ce résultat, M. Gabet emploie une roue à palettes qui *progresse d'une palette à chaque émission du poste transmetteur*.

Or j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie en 1903 un appareil de mon invention, le *télékine*, qui permet de choisir le phénomène voulu *aussi directement et aussi instantanément* que la roue à palettes de M. Gabet, puisque, dans un cas comme dans l'autre, il suffit de faire qu'un électro-aimant agisse sur une roue et la fasse avancer d'un pas à chaque signal reçu.

Le télékine simple, disais-je dans ma Note (3), est constitué par un appareil qui, *à chaque signal transmis, fait avancer d'un pas une aiguille*.

2° M. Gabet pense avoir découvert *un principe électromécanique nouveau* qu'il appelle *principe du retard au contact*, grâce auquel « la palette choisie peut être amenée à sa *position de contact*, sans que les palettes intermédiaires amènent un commencement de manœuvre par leur passage en cette position ».

---

(1) Reçue dans la séance du 4 mars 1907.

(2) *Comptes rendus*, 14 janvier 1907.

(3) *Comptes rendus*, 3 août 1903.

Mais ce principe n'est pas du tout nouveau, puisqu'il est très clairement établi dans un de mes brevets qui porte la date de 1903 [1]. C'est même principalement pour l'établir que j'ai pris ce brevet dont l'objet a été ainsi résumé :

« Cette addition au brevet n° 327218 se rapporte à :

» La disposition générale des appareils permettant de commander plusieurs servomoteurs avec une seule aiguille et la *disposition pour éviter que les servomoteurs ne soient commandés à contre-temps pendant que le levier* M *passe d'une position à une autre,* ainsi qu'il est exposé ci-dessus. »

En somme, les solutions indiquées par M. Gabet dans sa Note sont, en principe, exactement les mêmes que j'ai appliquées dans mon télékine. Les détails de construction sont très différents, mais cela n'a pas grande importance, car il s'agit de questions mécaniques très simples, qu'on peut résoudre de mille manières. Je ne crois pas nécessaire de parler ici des solutions que j'ai adoptées et qui ont été schématiquement décrites dans les publications citées plus haut; mais je tiens à dire qu'elles n'offrent aucune difficulté et qu'elles ont fonctionné d'une façon tout à fait satisfaisante dans des expériences publiques vérifiées à Madrid et à Bilbao.

Je ferai encore remarquer que l'identité dans la fonction des deux dispositifs apparaît dans l'identité des noms. J'avais nommé le mien *contacto retrasado* [2] (contact retardé).

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le poids atomique absolu du brome.* Note de M. **Gustavus-D. Hinrichs**, présentée par M. Armand Gautier.

Les poids atomiques absolus s'obtiennent, comme je l'ai montré [3], en partant des pesées par un calcul simple et direct qui empêche tout cumul

(1) Première addition, en date du 1er décembre 1903, au brevet pris le 10 décembre 1902 par M. Léonardo Torres, résidant en Espagne. Système dit *Télékine* pour commander à distance un mouvement mécanique. Délivré le 12 février 1904; publié le 7 avril 1904.

(2) La *Revue mensuelle Ateneo,* publiée à Madrid, a inséré dans le numéro de septembre 1906 le Rapport adressé à M. le Ministre de Fomento (Travaux publics) par une Commission chargée d'étudier mes appareils. C'est dans ce Rapport, à la page 220, qu'on parle du nom donné par moi au *contacto retrasado.*

(3) *Comptes rendus,* t. CXVI, 1893, p. 695.

d'erreurs. La matière étalon est le diamant. On pose C = 12 exactement, d'où d'après les données de J.-B. Dumas O = 16 *exactement* (1).

Depuis Stas, l'argent a été fréquemment employé comme étalon; j'ai démontré que la vraie valeur de Ag est 108 exactement (2).

L'école de Stas a posé Ag = 107,93 pour les déterminations des poids atomiques d'un grand nombre d'éléments. Tout récemment encore, M. Baxter a fait de même pour le calcul du poids atomique du brome qu'il fait égal à 79.952 (3).

Examinons les pesées de M. Baxter par notre méthode de calcul direct. M. Baxter a converti un poids connu d'argent en son bromure. Notre *Rapport atomique* sera dans ce cas :

$$\frac{Ag + Br}{Ag} = \frac{108 + 80}{108} = \frac{188}{108} = 1.74074.$$

Pour Br = 80.1 le rapport serait 1.74169, lequel dépasse le précédent de 95 unités de la cinquième décimale. Pour un *accroissement* du poids atomique de 0,1, ou 100 *millièmes*, le rapport atomique s'accroîtrait de 95 unités de la cinquième décimale. C'est cette relation mathématique que j'ai exprimée en disant simplement : « le *changement* est + 95 ». Donc, la *variation* produite par l'accroissement d'*une seule unité* de la cinquième décimale sera $\frac{100}{95} = 1.053$ *millième* dans la valeur du poids atomique.

D'après ces relations on peut aisément calculer la *variation* du poids atomique correspondant à un changement quelconque du *rapport*, soit pour tout *excès analytique* trouvé dans les déterminations individuelles.

Les 18 déterminations de M. Baxter donnent des *rapports analytiques* très concordants; le minimum (n° 1 de son Mémoire) est 1,74072, le maximum (n° 12) est 1,74086; l'oscillation totale n'est donc que 14 unités de la cinquième décimale.

La moyenne des 18 déterminations est 1,74079, qui excède notre *rapport atomique* de 5 unités seulement, c'est-à-dire que l'*excès analytique moyen* est 5.

Donc, le *poids atomique moyen* dépasse le nombre exact 80 de 5 fois

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXVII, 1893, p. 1075.

(2) *Comptes rendus*, t. CXVIII, 1894, p. 944 et *in extenso* dans *True atomic Weights*, 1894, p. 195-198.

(3) *Revue physico-chimique*, t. III, 1906, p. 513, Leipzig.

1,053 = 5,165, soit 5,2 millièmes. Les 18 déterminations de M. Baxter conduisent donc à la valeur moyenne Br = 80,0052.

Mais la différence entre les extrêmes (14 unités de la cinquième décimale ou presque 3 fois la déviation moyenne) correspondrait à 14 fois 1,053 = 14,742 millièmes, soit 0,015 pour le poids atomique. Donc, la déviation finale de 0,005, calculée d'après les expériences de M. Baxter, est inférieure à la précision actuelle des déterminations et, par conséquent, les *déterminations de M. Baxter confirment exactement la valeur* 80 *du poids atomique absolu du brome*.

M. Baxter a donné encore une deuxième série de déterminations dans laquelle il a, par voie sèche, converti en chlorure le bromure obtenu. Dans ce cas nouveau, notre *rapport atomique* est

$$\frac{\text{AgBr}}{\text{AgCl}} = \frac{108 + 80}{108 + 35,5} = \frac{188}{143,5} = 1,31010.$$

On trouve ici, en procédant comme il est dit ci-dessus, le changement + 70 et la variation + 1,428 pour le poids atomique du brome.

Les *rapports analytiques* directement calculés des pesées de M. Baxter (n°s 19 à 31 de son Mémoire) donnent la valeur moyenne 1,3101754. Donc l'*excès analytique* moyen n'est que de 7,54 unités de la cinquième décimale. Le poids atomique moyen correspondant est donc supérieur à 80 de 7,54 fois 1,428, c'est-à-dire 10,77 ou 10,8 millièmes, ce qui conduit à 80,011.

La concordance de ces treize déterminations de M. Baxter est tout à fait remarquable; le rapport analytique maximum étant 1,31021 (n° 31 du Mémoire), le minimum étant 1,31015 (n° 26); l'écart extrême n'est donc que 6 unités de la cinquième décimale, ce qui est un peu moindre que l'excès analytique moyen.

Dans la deuxième série, le rapport analytique dépend de *trois* variables (Ag, Cl, Br); dans la première, de deux seulement (Ag, Br), ce qui doit faire prévoir une plus grande déviation pour la deuxième série. Nous trouvons, en effet, le double.

La valeur du poids atomique du brome calculée par M. Baxter, 79,953, est due aux valeurs erronées Ag = 107,930 et Cl = 35,473 employées dans ses calculs.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Application de la méthode des densités limites aux gaz permanents à 0°; constante des gaz parfaits.* Note [1] de M. **Philippe-A. Guye.**

La détermination physicochimique des poids moléculaires exacts des gaz, à partir des densités, se ramène à la formule générale $M = RL : n$, où M est le poids moléculaire, L le poids du litre normal de gaz (à 0°, 1^{atm}, $\lambda = 45°$, $h = 0$), n le nombre de molécules-grammes de gaz contenu dans R litres. Pour la constante R (soit le volume d'une molécule-gramme de gaz parfait à 0° et sous 1^{atm} norm.), on admet en général le nombre $22^l,412$. Expérimentalement, le problème comporte donc : 1° la détermination exacte du poids du litre L; 2° la détermination exacte du facteur de correction n, nombre voisin de l'unité, qui doit cependant être connu avec une précision égale à celle de L. Je me propose d'examiner, au moyen des données les plus sûres aujourd'hui, jusqu'à quel point ce double problème a été résolu.

Densités des gaz. — Les valeurs de L, calculées d'après les déterminations récentes, sont transcrites ci-après. Ces valeurs sont beaucoup plus concordantes entre elles que celles réunies dans ce Volume (p. 269) par M. D. Berthelot, qui a rapporté les données de chaque expérimentateur à la densité de l'oxygène; il ne pouvait en être autrement, car les valeurs extrêmes de cette densité, considérées par cet auteur, diffèrent entre elles de $\frac{1}{3500}$. L'accord excellent entre les valeurs de L s'explique : 1° parce que toutes les valeurs sont expérimentalement indépendantes de celle de l'oxygène; 2° parce que L exprime, en fait, le rapport entre un poids de gaz et un poids d'eau occupant le même volume [2]; ce poids d'eau peut être déterminé avec une grande précision ($\frac{1}{30000}$ environ pour des calibrages successifs d'un même ballon), tandis que des pesées successives d'un même gaz dans un même ballon concordent exceptionnellement au $\frac{1}{10000}$ et, en moyenne, au $\frac{1}{5000}$ et au $\frac{1}{3000}$, pour de bonnes expériences. Exprimer les densités par le poids du litre, c'est donc choisir une unité 6 à 10 fois plus précise que celle à laquelle elles sont rapportées lorsqu'on les calcule par rapport à un autre gaz [3].

---

[1] Reçue dans la séance du 29 avril 1907.

[2] Seules les données de M. Leduc sont exprimées par rapport à l'air.

[3] Il est utile de rappeler que la détermination de la densité de l'oxygène, exécutée dans mon laboratoire, n'avait pour but que de contrôler la méthode du volumètre; les auteurs ont indiqué expressément que cette densité ($L = 1,4292$) était un peu trop élevée (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 130) et se sont servis, pour leurs calculs, de la moyenne générale $L = 1,4290$ (*loc. cit.*, p. 131); nous avons fait de même dans la

Poids du litre normal (en grammes) des divers gaz
($t = 0°$, $H = 760$, $\lambda = 45°$, $h = 0$).

Gaz.	I (Leduc).	II (Rayleigh).	III (Divers).	IV (Genève).	V (Val. adm.).
O^2...	(1,4288)	1,42905	1,42900 M. / 1,42896 Gr.	(1,4292) J. P.	1,4290
H^2...	0,08982	(0,08998)	0,089873 M.	»	0,08987
N^2...	1,2503	1,2507	1,2507 Gr.	»	1,2507
CO...	1,2501	1,2504	»	»	1,2504
NO...	(1,3429)	»	1,3402 Gr.	1,3402 G. D.	1,3402
CO^2..	1,9763	1,9769	»	1,9768 G. P.	1,9768
N^2O.	1,9780	1,9777	»	1,9774 G. P.	1,9777
HCl.	(1,6407)	»	1,6397 Gr.	1,6398 G. T. G.	1,6398
NH^3..	(0,7719)	»	0,77085 P. D.	0,7708 G. P.	0,7708
SO^2..	2,9266	»	»	2,9266 J. P. / 2,9266 B.	2,9266

La discussion détaillée des diverses valeurs de L conduit à regarder certaines d'entre elles comme plus exactes que les autres; elles sont réunies dans la colonne V; les motifs à l'appui sont développés dans une Note détaillée (*J. Ch. phys.*, t. V, p. 203). Il suffira de faire remarquer: 1° que toutes les valeurs finales (sauf pour H^2 et CO) se confondent pratiquement avec deux moyennes, au moins, concordant entre elles au $\frac{1}{10000}$, obtenues par deux observateurs différents, opérant généralement de façon différente; 2° que l'on n'a pas tenu compte de quelques valeurs, mises entre parenthèses, soit parce qu'elles ont été reconnues ultérieurement inexactes (gaz impurs: NO, NH^3, HCl, colonne I), soit parce qu'elles s'écartent trop d'autres moyennes très concordantes entre elles (O^2, colonnes I et IV; H^2, colonne II).

Facteur de correction n. — Je considérerai seulement ici les *densités limites* des gaz permanents à 0°. D'après la méthode des densités limites, $n = 1 : (1 - A_0^1)$, où A_0^1 représente l'écart à la loi de Mariotte, à 0°, entre les pressions 0^{atm} et 1^{atm}.

Pour la vérification aussi rigoureuse que possible de la méthode des densités limites, il convient de ne retenir [1] que les valeurs de A_0^1 résultant de mesures effectuées réellement à 0°.

---

suite (*J. Ch. phys.*, t. IV, p. 333). Rapporter toutes nos mesures de densités, qui sont toutes indépendantes de celle de l'oxygène, au nombre $L = 1,4292$, c'est certainement en diminuer l'exactitude.

[1] Exceptionnellement, et faute de mesure à 0°, nous adopterons pour CO la valeur de A_0^1, doublement extrapolée (par rapport aux températures, puis aux pressions) à

Si le principe des densités limites est exact, le nombre $R = M : L(1 - A_0^1)$, déterminé avec les données les plus sûres et les poids atomiques chimiques les plus certains ($H = 1,0076$, $C = 12,002$, $N = 14,010$), doit être constant.

Voici le résultat de cette vérification (5[e] colonne) :

Gaz.	M.	L.	$10^5 A_0^1$.	R (obs.).	R' (calc.).	T_c.
		g		l	l	
H^2.....	2,0152	0,08987	— 52	22,410	22,410	32
N^2.....	28,020	1,2507	+ 43	22,413	22,414	128
CO....	28,002	1,2504	+ 81	22,413	22,414	133,5
O^2.....	32	1,4290	+ 97	22,415	22,415	154
NO....	30,010	1,3402	+117	22,418	22,417	179

De ces données, on conclut : 1° R n'est pas tout à fait constant; il croît avec la température critique du gaz et varie de $\frac{1}{2800}$ entre les gaz H^2 et NO; 2° cette variation est régulière et se représente, à $\pm\frac{1}{22100}$ près, par la formule $R' = 22,410(1 + 10^{-8}T_c^2)$; comparer 5[e] et 6[e] colonnes; 3° si cette variation a échappé jusqu'à présent à l'attention des expérimentateurs, c'est que ceux-ci ont appliqué la méthode des densités-limites en prenant l'oxygène comme terme de comparaison, ce qui revient à adopter une valeur moyenne intermédiaire de R réduisant les écarts au minimum lorsqu'on regarde cette quantité comme constante; 4° si l'extrapolation linéaire qui donne A_0^1 est justifiée, il n'y a pas de constante des gaz parfaits au sens rigoureux du terme, et l'hypothèse qui fait de la loi d'Avogadro une loi-limite exacte sous la pression zéro doit être abandonnée; si l'on admet au contraire la notion d'une constante des gaz parfaits, c'est l'extrapolation linéaire donnant A_0^1 qui n'est pas tout à fait exacte; les formules de correction de A_0^1 de M. D. Berthelot étant alors insuffisantes (les corrections qu'elles fournissent sont négligeables pour les gaz considérés), il faut admettre que A_0^1 *corr.* $= A_0^1 - 10^{-8}T_c^2$, et revenir à la valeur $R = 22^l,410$, que M. Friderich et moi avions proposée en 1900, et à laquelle on a souvent substitué depuis le nombre $22^l,412$.

---

partir des mesures de Lord Rayleigh, dont les déterminations pour les gaz H^2, N^2, O^2 s'accordent le mieux avec les valeurs déduites des expériences à 0°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide dilactylique inactif.* Note [1] de MM. E. **Jungfleisch** et **M. Godchot**.

Les pouvoirs rotatoires considérables des deux dilactides actifs, engendrés par des acides lactiques à pouvoirs rotatoires très faibles, rendent intéressante la comparaison entre ces dilactides actifs et les composés formés par deux molécules d'acide lactique, combinées suivant un arrangement inverse de leurs fonctions. Les acides dilactyliques nous ont paru susceptibles de fournir de tels isomères des dilactides. Nous parlerons seulement ici de l'acide dilactylique-$(d + l)$.

En 1861, Wurtz et Friedel (*Ann. de Ch. et de Ph.*, 3e série, t. LXIII, p. 114) ont désigné sous le nom de *dilactate de chaux* un composé obtenu en chauffant le lactate de calcium à 280°, ce qui entraînerait l'élimination de H^2O sur deux molécules de lactate de calcium. Ils ont envisagé ce corps comme un dérivé lactyllactique.

En 1890, MM. Tanatar et Tschelèbiew (*Journ. de la Soc. rus. de ph. ch.*, 1890, p. 107) ont étudié le même corps sous le nom de *dilactylate de chaux*. Ils ont signalé le faible rendement de ce produit en acide libre. En répétant et en variant leurs expériences, nous avons constaté que l'action de la chaleur sur le lactate de calcium fournit des produits nombreux, provenant de destructions diverses. Nous avons dû rechercher un autre procédé de production de l'acide dilactylique.

Dans un Mémoire « *sur l'éther diéthylique d'un acide dilactique* » M. von Brüggen (*Ann. der Ch.*, t. CXLVIII, p. 224, 1868) a décrit un composé que les recueils (Beilstein, *Handb.*, t. I, 1892-1893, p. 557) ont présenté comme un éther dilactylique. M. von Brüggen l'a obtenu par l'action, à 110°-120°, de l'α-chloropropionate d'éthyle sur le lactate d'éthyle sodé : le produit serait, d'après l'auteur, un éthyllactyllacte d'éthyle, $CH^3 - CH(-O - C^2H^5) - CO^2 - CH(CH^3) - CO^2 - C^2H^5$; mais l'auteur reconnaît que la génération d'un semblable composé, dans les conditions adoptées, lui paraît inexplicable.

Nous avons repris et varié les expériences de M. von Brüggen ; nous n'avons jamais observé la formation de l'éthyllactyllactate d'éthyle et, toujours, nous avons obtenu le dilactylate diéthylique.

Les meilleures conditions de production de cet éther correspondent à la formation préalable du lactate d'éthyle sodé, par l'action à froid d'un atome de sodium sur une molécule de lactate d'éthyle, dissous dans l'éther éthylique pur et sec ; de l'hydrogène se dégage et, avec certaines concentrations, du lactate d'éthyle sodé se dépose en cris-

[1] Reçue dans la séance du 29 avril 1907.

taux. Si l'on ajoute une molécule d'α-chloropropionate d'éthyle ou d'α-bromopropionate d'éthyle, la réaction commence dès la température ordinaire et la chaleur dégagée porte l'éther à l'ébullition; du chlorure ou du bromure de sodium se déposent. La réaction terminée, on précipite par CO^2 le sodium resté dissous, on agite avec de l'eau la solution éthérée; on décante celle-ci et on la sèche par le sulfate de sodium. Après avoir chassé l'éther, on distille le résidu dans le vide. Il passe d'abord, vers 50° ou 60°, un peu d'éther halogéné, qui a échappé à la réaction. La plus grande partie du liquide bout vers 110°-115° sous 15^{mm}. C'est le dilactylate d'éthyle; son rendement atteint 70 pour 100 de la théorie.

Lactate d'éthyle sodé....... $CH^3 - CH(O - Na) - CO^2 - C^2H^5$

α-Bromopropionate d'éthyle.. $CH^3 - CH(Br) - CO^2 - C^2H^5$

$+ = NaBr +$ $CH^3 - CH - CO^2 - C^2H^5$ | O | $CH^3 - CH - CO^2 - C^2H^5$

Dilactylate d'éthyle.

Le dilactylate d'éthyle est un liquide incolore, à odeur éthérée, insoluble dans l'eau, de densité 1,1051 à 20°. Il s'altère légèrement quand on le distille sous la pression normale; dans une atmosphère raréfiée, il distille inaltéré (110°-112° sous 15^{mm}).

A l'ébullition, la soude alcoolique saponifie l'éther dilactylique, avec formation de dilactylate neutre de sodium, qui cristallise bientôt. Ce sel se dépose dans l'alcool en très fines aiguilles anhydres; sa composition est $Na - CO^2 - (CH^3)CH - O - CH(CH^3) - CO^2 - Na$. Il est donc très différent de l'éthyllactate de sodium et du lactate de sodium, que donnerait la saponification de l'éther de M. von Brüggen.

Le dilactylate de sodium décomposé, en solution aqueuse, par la quantité correspondante de SO^4H^2, fournit l'acide libre : on concentre le liquide et l'on extrait l'acide, par agitation avec un grand volume d'éther éthylique. La solution éthérée laisse, à l'évaporation, l'acide dilactylique, qui, dans une atmosphère sèche, ne tarde pas à cristalliser.

L'acide dilactylique obtenu ainsi est identique à celui que fournit l'action de la chaleur sur le lactate de calcium. Il forme dans la benzine des lamelles minces, tandis que, dans l'eau, il se sépare en prismes assez volumineux et très nets, dépourvus d'eau de cristallisation. Il fond à 106°. Très soluble dans l'eau et dans l'alcool, il est peu soluble dans la benzine. Les combustions et les dosages acidimétriques correspondent à la formule $C^6H^{10}O^5$ de l'acide bibasique.

Nous avons poursuivi l'étude de cet acide et de ses dérivés, restés peu connus à cause de l'insuffisance du premier mode de production.

Nous ferons connaître, dès maintenant, un fait qui nous a rapproché du but envisagé à l'origine de cette étude. L'acide dilactylique, soumis à la distillation, même dans le vide, perd 1^{mol} d'eau et se transforme en anhydride dilactylique, isomère du dilactide :

Anhydride dilactylique. $\left\{ \begin{array}{l} CH^3 - CH - CO \\ \quad\quad\ \ O \quad\quad\quad\ \ O \\ CH^3 - CH - CO \end{array} \right.$ Dilactide... $\left\{ \begin{array}{l} CH^3 - CH - CO^2 \\ \quad\quad\ \ CO^2 - CH - CH^3 \end{array} \right.$

L'anhydride dilactylique est un liquide incolore, bouillant vers 110° sous 20^{mm}; l'eau l'hydrate peu à peu en régénérant l'acide dilactylique.

Les conditions de formation de l'anhydride dilactylique-$(d+l)$ permettent de prévoir la production des composés actifs correspondants.

La méthode employée à produire le dilactylate d'éthyle et, par suite, l'acide dilactylique est générale ; en modifiant ses applications, nous avons obtenu des composés dont les seuls exemples connus jusqu'ici étaient l'acide diglycolique et l'acide dilactylique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la décahydronaphtylcétone-α et la décahydronaphtylamine-α.* Note de M. **Henri Leroux**, présentée par M. Haller.

L'hydrogénation du naphtol-α par la méthode catalytique au nickel m'a fourni le décahydronaphtol-α (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 953); j'ai transformé cet alcool en différents dérivés qui font l'objet de la présente Note.

I. *Décahydronaphtylcétone-α* : $C^{10}H^{16}O$. — La décahydronaphtylcétone-α résulte de l'oxydation chromique du décahydronaphtol-α pratiquée dans les conditions indiquées pour l'obtention de son isomère β (*Comptes rendus*, t. CXLI, p. 46) à l'aide de l'alcool correspondant. Le produit de la réaction, précipité par l'eau, laisse surnager un corps huileux, qui est recueilli puis agité avec une solution récente et concentrée de bisulfite de sodium. Le composé bisulfitique se sépare bientôt cristallisé; décomposé par un excès de soude, il donne la décahydronaphtylcétone-α; celle-ci est purifiée par cristallisations répétées dans l'éther de pétrole. Ainsi obtenue, elle se présente en cristaux incolores, fusibles à 32°; par évaporation lente d'une solution dans l'éther de pétrole on l'obtient en tables prismatiques très volumineuses.

La décahydronaphtylcétone-α possède une odeur mentholée très prononcée; elle est peu soluble dans l'eau, mais se dissout abondamment dans la plupart des dissolvants organiques. Elle possède les propriétés générales des acétones; son composé bisulfitique, dont la production est utilisée pour sa purification, n'est stable qu'en présence d'un excès de solution concentrée de bisulfite de sodium; par agitation avec l'eau il se dissocie en partie avec mise en liberté de la cétone.

La *décahydronaphtylcétone-α-semicarbazone :* $C^{10}H^{16} = N - NH - CO - NH^2$, se précipite quand on ajoute une solution d'acétate de semicarbazide à une solution alcoolique de décahydronaphtylcétone-α. Elle constitue de petites aiguilles blanches fusibles vers 230°; elle est fort peu soluble dans l'éther, la benzine et le chloroforme.

La *décahydronaphtylcétone-α-phénylhydrazone :* $C^{10}H^{16} = N - NH - C^6H^5$, se forme au contact de la décahydronaphtylcétone-α avec la phénylhydrazine, mais elle s'altère très rapidement à l'air et n'a pu être obtenue cristallisée.

L'*oxime de la décahydronaphtylcétone-α :* $C^{10}H^{16} = N - OH$, se produit immédiatement par addition d'acétate d'hydroxylamine à une solution alcoolique de cétone. Purifiée par cristallisation dans l'alcool, elle se présente en fins cristaux fusibles à 165°. Elle se sublime dès 100°, en fournissant de longues aiguilles incolores; elle est très soluble dans l'éther, la benzine, moins soluble dans l'alcool. Elle se décompose immédiatement par chauffage en présence d'acide sulfurique dilué en régénérant la cétone; on peut utiliser cette réaction pour obtenir rapidement la décahydronaphtylcétone-α tout à fait pure.

II. *Décahydronaphtylamine-α :* $C^{10}H^{17} - NH^2$. — La réduction de l'oxime précédente, au moyen du sodium en présence d'alcool absolu, fournit la décahydronaphtylamine-α. On dissout 10g d'oxime dans 200g d'alcool absolu, puis on ajoute peu à peu 20g de sodium; on chauffe jusqu'à disparition totale du métal, puis on précipite par l'eau; le produit de la réaction, isolé par agitation avec l'éther, est dissous dans l'alcool bouillant; par refroidissement, l'oxime non transformée cristallise; on la sépare. Le résidu est traité par une solution de gaz chlorhydrique dans l'acétone; le chlorhydrate de décahydronaphtylamine-α cristallise dans la solution concentrée. L'amine est régénérée de son chlorhydrate par décomposition au moyen d'un alcali. Elle forme un liquide incolore, à odeur désagréable, distillant à 96°-97° sous 14mm. Elle constitue une base très énergique, se carbonatant rapidement à l'air et formant avec les acides des sels définis.

Le *chlorhydrate de décahydronaphtylamine-α*, $C^{10}H^{17} - NH^2, HCl$, précipité de la solution acétonique, se présente en fines aiguilles qui se transforment à la longue en cristaux prismatiques très nets. Il fond vers 190° en se décomposant. Il est très soluble dans l'eau, peu soluble dans l'alcool, presque insoluble dans l'éther; son meilleur dis-

solvant est l'acétone. Sa solution aqueuse, additionnée de chlorure de platine, fournit un volumineux précipité de chloroplatinate; celui-ci, mis en dissolution dans l'alcool bouillant, se sépare en cristaux aiguilles.

Le *picrate de décahydronaphtylamine-α*, $C^{10}H^{17}-NH^2$, $C^6H^2(OH)(NO^2)^3$, s'obtient par addition d'acide picrique à une solution aqueuse de chlorhydrate d'amine. Il est très soluble dans l'alcool qui l'abandonne par évaporation spontanée en cristaux prismatiques se décomposant vers 210°.

L'*acétyl-décahydronaphtylamine-α*, $C^{10}H^{17}-NH-CO.CH^3$, se forme quand on traite une solution éthérée de l'amine par l'anhydride acétique. Le précipité obtenu, lavé à l'eau, puis repris par l'alcool, cristallise en fines aiguilles fusibles à 182°, se sublimant dès 125°. Ce composé est très soluble dans l'alcool, l'acétone, le chloroforme; il est peu soluble dans l'éther. Par évaporation spontanée d'une solution alcoolique additionnée du double de son volume d'éther, on l'obtient en longues aiguilles.

La *benzoyl-décahydronapthylamine-α*, $C^{10}H^{17}-NH-CO-C^6H^5$, est préparée par un procédé identique. Le produit de la réaction repris par l'eau est traité à froid par une solution alcaline, le résidu insoluble constitue l'amide benzoïque. Par cristallisation dans l'alcool on l'isole en aiguilles fines fusibles à 195°, se sublimant vers 150°.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'origine de la serpentine de la série cristallophyllienne de l'Aveyron et du Gard.* Note de M. **Jules Bergeron**, présentée par M. Michel Lévy.

La série cristallophyllienne de l'Aveyron et du Gard comprend des gneiss, des schistes micacés, des amphibolites et des serpentines. Il est bien établi que les gneiss et les schistes micacés ne sont autre chose que des schistes métamorphisés, ayant subi le plus souvent l'action de granites ou de granulites; il est également admis que les amphibolites sont dues au métamorphisme, par les mêmes roches éruptives, de roches calcaires; mais jusqu'ici l'origine des serpentines de la même série était inconnue. Je me suis efforcé de la déterminer. Voici les faits que j'ai observés.

Dans la vallée de Mendagon, au nord du Vigan (Gard), il y a un massif de calcaire dolomitique *cambrien* au voisinage immédiat d'un massif de granite. Le contact des deux roches correspond à un ravin encombré d'éboulis, aussi ne se voit-il pas; mais il n'y a pas de doute que les phénomènes de métamorphisme, que je vais décrire, ne soient dus à cette roche éruptive. Au-dessous de la métairie du Tour, les calcaires affleurent au milieu d'éboulis, de telle sorte qu'il est difficile, sinon impossible, de suivre les modifications qui se produisent d'un affleurement à un autre. En un point, les calcaires, qui se présentent d'ordinaire bien lités, de couleurs noir bleu ou gris bleu, sont transformés en grande partie en trémolite. Au milieu de cette trémolite se voit un filon d'une roche noirâtre, à éclat gras, qui, étudiée au microscope, est composée d'un mélange de calcite et de serpentine (chrysotile et bastite); la couleur

foncée est due à la présence de matière charbonneuse. La trémolite diminue très rapidement d'importance, et la roche n'est plus formée que du calcaire primitif. On peut alors se rendre compte que le filon serpentineux se continue dans la masse calcaire en suivant un lit; mais on en perd bientôt la trace.

En un autre point, l'affleurement est constitué par les mêmes calcaires dolomitiques noirs, mais dans leurs fissures se sont développées des paillettes de talc; même certains lits se sont transformés en talc. Dans la partie où ce minéral est le plus développé, passe encore un filon de la même roche serpentineuse que je viens de signaler. Il suit encore un lit de calcaire, mais il présente la structure en chapelet.

Près de la métairie de Bédoux, dans l'intérieur du massif calcaire, se rencontre un banc formé d'une association de serpentine (bastite) et de calcite; comme il est plus résistant aux érosions que les autres, il prend encore l'aspect d'un filon. Il paraît être en relation avec des apophyses de granite qui se montrent dans les schistes sous-jacents aux calcaires.

En résumé, dans le massif calcaire de la vallée de Mendagon, il s'est produit de la trémolite caractéristique de l'action du granite sur le calcaire et, suivant certains lits, une association de calcite et d'un silicate de magnésie (serpentine ou talc). Ce silicate s'est développé probablement suivant les bancs qui étaient plus perméables aux fumerolles (vapeurs et gaz) se dégageant du granite. Les choses se sont passées comme dans les calcaires de la Montagne Noire où les cristaux de pyroxène et d'amphibole, qui par leur développement donnèrent des pyroxénites et des amphibolites, se sont produits dans certains lits de préférence à d'autres.

Parfois la matière serpentineuse, une fois formée et de couleur verte, a pu être entraînée par les fumerolles jusque dans le massif calcaire; elle s'est injectée alors entre les lits ou dans les fissures des calcaires. Pour peu que ces fissures et les interstices entre les lits des calcaires présentent une disposition régulière, ils formeront un réseau à mailles sensiblement égales et, après injection de serpentine, les calcaires offriront un aspect comparable à celui des accidents minéralogiques désignés sous le nom d'*Eozoon* et attribués autrefois à des organismes animaux, à des foraminifères.

Dans la vallée de Mendagon, les accidents serpentineux sont l'exception. Mais il peut en être autrement. Près du Minier du Tarn affleure, dans le fond d'un ravin, une masse calcaire remplie de fibres de serpentine et recouverte par des amphibolites typiques. Au sud de Najac, au tunnel de Mergieux, la serpentine forme un anticlinal recouvert par des amphibolites typiques; dans une partie du massif, la serpentine et le calcaire sont associés comme dans les filons du Tour.

Il n'y a pas de doute que les amphibolites ne soient dues au métamor-

phisme; il me semble que, d'après ce que j'ai rapporté plus haut, il ne peut y avoir de doute sur l'origine également métamorphique des serpentines qui les accompagnent. La transformation totale du calcaire dolomitique en serpentine est-elle due à ce que la roche primitive était plus riche en magnésie ou à ce que l'intensité de l'action métamorphique était plus grande que dans la région du Tour? Je n'ai pu trancher la question. En tous cas, les massifs de serpentine de l'Aveyron sont tous en relation avec des massifs de granite dont l'action s'est fait également sentir sur les roches primaires qui les entourent.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la culture des Légumineuses fourragères.* Note de MM. J. **Dumont** et Ch. **Dupont**, présentée par M. L. Maquenne.

On sait que les Légumineuses, malgré leurs qualités améliorantes, se prêtent difficilement à la pratique des cultures continues, et qu'il est parfois impossible de les faire entrer dans un assolement régulier.

L'insuccès des cultures de luzerne, de sainfoin ou de trèfle avec une alternance de courte durée est-il imputable à l'appauvrissement ou à la fatigue du sol? On aurait pu le croire, puisque Lawes et Gilbert ont montré autrefois que la luzerne est capable de revenir indéfiniment sur une terre riche de jardin, et c'est aussi ce que nous avions pensé au début de ce travail. Cependant il est certain que d'autres facteurs interviennent, puisqu'il est impossible par l'apport d'engrais de rendre à une luzernière épuisée toute sa fertilité initiale.

C'est également un fait bien connu de tous les agronomes.

Les expériences qui suivent montrent que l'analyse de la terre, au point de vue surtout de sa richesse en matières organiques, est incapable de donner même une indication sur la valeur de cette fertilité vis-à-vis des Légumineuses. Dans des pots renfermant chacun 50^{kg} de terre de vigne ou de terre de luzerne on a en effet obtenu, sans engrais, les résultats suivants :

	Terre de vigne.	Terre de luzerne.
	p. 100	p. 100
Carbone	1,620	1,670
Hydrogène	0,436	0,481
Azote	0,162	0,167
Matière organique totale	5,610	5,900

	Récolte sèche en grammes.		
	Luzerne.	Sainfoin.	Trèfle.
Terre de vigne............	170,0	78,5	282
» luzerne...........	91,5	34,0	101
Différences............	78,5	44,5	181

D'autres essais effectués sur la luzerne pendant deux années consécutives, en 1904 et 1905, accusent des écarts encore plus considérables, atteignant jusqu'à 329g par pot et pour les cinq coupes. Dès le départ de la végétation on observe un contraste frappant entre les différentes cultures : celles en terre de vigne sont beaucoup plus vigoureuses et la hauteur des plantes est bientôt plus que doublée, comme si la fertilité du sol était considérablement supérieure. Et cependant l'analyse montre que les principes nutritifs organiques existent dans les deux terres en proportions presque égales, avec même une légère différence en faveur de la terre de luzerne, plante améliorante. En un mot, c'est la terre la moins riche qui a fourni les meilleures récoltes de luzerne, de trèfle et de sainfoin, fait doublement intéressant, car il nous montre de plus que les différentes papilionacées se comportent comme la luzerne elle-même et par conséquent possèdent les mêmes exigences.

A la suite de ces essais préliminaires nous avons entrepris plusieurs séries de recherches pour déterminer les causes réelles de l'infériorité des terres de luzerne. Notre regretté maître, P.-P. Dehérain, qui s'est occupé de cette intéressante question, était d'avis qu'en aérant le sol, en le triturant énergiquement, en lui donnant de la matière noire du fumier ou d'autres engrais convenablement choisis, on arriverait peut-être à le rendre propre aux cultures continues de Légumineuses fourragères; nos expériences montrent que cette opinion n'est pas sans fondement.

Les résultats qui suivent ont été encore obtenus en pots, sur les mêmes terres que précédemment, additionnées de différentes matières fertilisantes :

		Récolte sèche en grammes.	
		Par pot.	Excédent.
Terre de luzerne.	Sans engrais......................	272	»
	Fortement aérée..................	342	70
	Matière noire......................	382	110
	Superphosphate (10g)............	319	47
	Scories (20g)......................	304	32
	Sulfate d'ammoniaque (10g).......	314	42
	Sulfate de potasse (10g)...........	306	34
	Superphosphate et potasse (10g)...	358	86
	Scories (20g) et potasse (10g)......	353	81
	10 pour 100 terre de vigne........	480	208
Terre de vigne sans engrais	....	601	329

La comparaison de ces chiffres fait manifestement ressortir l'influence des matières nutritives ajoutées, ainsi que celle d'une longue aération, obtenue par exposition à l'air pendant 6 mois; mais on voit aussi que ces influences sont loin d'être également efficaces. Tandis que les engrais minéraux augmentent seulement la récolte de 14 pour 100 quand on les emploie isolément ou de 30 pour 100 quand ils sont associés, les engrais humiques provoquent, à des doses inférieures de plus de moitié, une augmentation qui surpasse 40 pour 100.

Toutefois, l'action des apports terreux se montre bien autrement sensible, puisqu'il a suffi de mélanger 5^{kg} de terre de vigne à 45^{kg} de terre de luzerne pour accroître le rendement dans la proportion de 75 pour 100. Cette constatation ne manque pas d'intérêt, car elle prouve qu'il suffit de peu de chose pour combattre la stérilité passagère pour les Légumineuses des sols qui ont porté de la luzerne.

L'apport terreux exerce-t-il une action amendante, une action fertilisante ou une action biologique? Sur ce point nos expériences sont encore trop incomplètes pour que nous puissions formuler une opinion précise; cependant il nous semble que l'influence microbienne doit être dès maintenant mise hors de compte, car des cultures faites en milieu stérilisé, sur lesquelles nous reviendrons ultérieurement, montrent que la luzerne se développe mieux dans ces conditions que dans une terre normale.

En résumé, nous pouvons déduire de ces premières recherches que la culture répétée des Légumineuses fourragères sur le même sol ne constitue pas un problème matériellement insoluble, puisqu'il est possible, par l'apport d'engrais humiques et l'addition de terre vierge (terreautages), d'accroître d'une façon notable le rendement de ces différentes plantes; les effets produits étant du même ordre pour la luzerne, le trèfle et le sainfoin.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *La sucrase dans les moûts de pommes et les cidres.* Note de M. G. **Warcollier**, présentée par M. Roux.

Les pommes à cidre à maturité renferment, comme on le sait, outre un peu d'amidon, trois sucres : saccharose, glucose, lévulose.

Les proportions des trois sucres sont variables.

Le saccharose représente environ 8 à 30 pour 100 du sucre total.

Il m'a paru intéressant de rechercher s'il existait dans le suc de la

pomme de la sucrase capable de transformer le saccharose en glucose et lévulose.

I. Je suis parti d'un moût initial renfermant :

	Pour 100
Sucres réducteurs	13,0
Saccharose	1,5
Acidité due à l'acide malique	0,23

Une série de ballons reçurent 100$^{cm^3}$ de ce moût filtré. Dans l'un des ballons, l'acidité fut portée à $\frac{1}{250}$ par addition d'acide malique.

Dans les suivants, le moût a été neutralisé en partie par de la soude, de façon à amener respectivement l'acidité à $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{2000}$ d'acide malique. Dans d'autres, le moût a été neutralisé et acidifié ensuite respectivement avec $\frac{1}{100}$, $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$ d'acide acétique, de façon à se placer, dans tous les cas, dans des conditions propres à favoriser l'action de la sucrase.

Tous les ballons, ainsi qu'un témoin, furent portés à 56° pendant 1 heure. On dosa alors les sucres réducteurs et le saccharose par la liqueur de Fehling, les moûts ayant été déféqués au préalable par le sous-acétate de plomb.

Voici les résultats obtenus :

	Sucres réducteurs pour 100.	Saccharose pour 100.
1. Moût témoin	13,1	1,4
2. » à $\frac{1}{250}$ d'acide malique	13,2	1,3
3. » à $\frac{1}{500}$ »	13,1	1,4
4. » à $\frac{1}{1000}$ »	13,1	1,4
5. » à $\frac{1}{2000}$ »	13,1	1,4
6. » à $\frac{1}{100}$ d'acide acétique	13,2	1,3
7. » à $\frac{1}{500}$ »	13,1	1,4
8. » à $\frac{1}{1000}$ »	13,1	1,4

Ces essais, ainsi que d'autres faits sur des moûts filtrés à la bougie Chamberland, montrent que la sucrase est inactive dans le moût de pommes.

Comme cette diastase existe normalement dans la pomme où l'on voit le saccharose se transformer pendant la maturation en glucose et lévulose, on doit penser qu'elle est détruite pendant le broyage des fruits, probablement coagulée par le tanin des moûts.

II. Quelques auteurs ayant affirmé que les variétés de pommes à cidre renfermant un chiffre élevé de saccharose (25 à 30 pour 100 du sucre total) fournissent un cidre se conservant plus longtemps doux que celui obtenu avec des fruits pauvres en saccharose (5 à 10 pour 100 du sucre total), j'ai tenu à vérifier cette assertion.

Des moûts renfermant respectivement, par litre, 109g, 90g, 136g, 133g de sucres réducteurs et 38g, 31g, 15g, 7g de saccharose (soit des teneurs en saccharose représentant 26, 25, 10 et 5 pour 100 du sucre total) furent mis en fermentation. Tous les cidres obtenus étaient complètement fermentés au bout de deux mois.

D'autre part, en partant d'un moût renfermant, par litre, 105g de sucres réducteurs et 10g de saccharose, je l'ai additionné de saccharose de façon à avoir des moûts renfermant la même quantité de sucres réducteurs et, respectivement, 10g, 15g, 20g, 30g de saccharose, soit en saccharose 8, 12, 16, 22 pour 100 du sucre total.

Ces moûts fermentés naturellement donnèrent des cidres tous désucrés à la même époque.

Contrairement à l'opinion émise plus haut, il semble donc bien établi que, quelle que soit la quantité de saccharose présente dans les moûts de pommes, ou la proportion de ce sucre par rapport au sucre total, tous les cidres provenant de ces moûts ensemencés avec leurs levures naturelles sont complètement fermentés dans le même temps.

III. Il résulte donc de ces faits : 1° que la sucrase n'existe pas dans le moût de pommes; 2° que les moûts riches en saccharose fermentent aussi rapidement que les moûts pauvres.

La disparition du saccharose dans les moûts doit donc être considérée comme une transformation due à la sucrase de la levure. C'est cette dernière proposition que je vais établir maintenant.

Parmi les nombreux essais que j'ai faits, j'en citerai quelques-uns :

a. Quatre moûts ont été mis en fermentation le 8 janvier et ont été analysés ensuite le 19 février, puis le 26 mars. Voici les quantités de sucre trouvées par litre :

	I.			II.			III.			IV.		
	Janv.	Févr.	Mars.	Janv.	Févr.	Mars.	Janv.	Févr.	Mars.	Janv.	Févr.	Mars.
Sucres réducteurs...	97	52	36,5	114	80	53,5	90	12	2	103	68,5	30
Saccharose.........	24	4	0,5	25	8	1	7	0	0	30	3	0,5

b. Un cidre complètement fermenté, renfermant 3g de sucres réducteurs et pas de saccharose, fut additionné, le 5 avril, de 40g de saccharose par litre; le 15 avril il n'en contenait plus que 10g; le 20 mai tout le saccharose était interverti.

Conclusions résultant des expériences a et b. — 1° L'interversion du saccharose dans le cidre est toujours amenée par la sucrase de la levure; 2° la sucrase diffuse dans le moût et se conserve plus ou moins longtemps dans le cidre. Ceci résulte directement de l'expérience suivante *c*.

c. Un cidre d'un an privé de levure par filtration sur bougie et ne renfermant ni sucres réducteurs, ni saccharose est additionné de 20^g de saccharose ; deux mois après il n'en restait plus que 5^g.

IV. L'action de la sucrase est beaucoup plus rapide que ne l'exigent les besoins alimentaires de la levure. On voit d'après les chiffres de l'expérience *a* que le saccharose est interverti bien avant que les sucres réducteurs existant primitivement dans le milieu soient complètement transformés en alcool et acide carbonique.

Comme conséquence, lors du sucrage des cidres, la pratique conseillée par bon nombre d'auteurs d'intervertir le saccharose en présence de 10 pour 100 d'acide tartrique à la température de 100° est tout à fait superflue.

Dans les cas où l'on veut fabriquer des cidres mousseux devant rester doux et où le sucrage se fait au moment de la mise en bouteilles, elle va même à l'encontre du but à atteindre, puisqu'elle transforme immédiatement le saccharose, qui a un pouvoir sucrant très marqué, en glucose et lévulose qui n'offrent ce caractère qu'à un degré beaucoup moindre à la dégustation.

ZOOLOGIE. — *L'évolution nucléaire du schizonte de l'*Aggregata Eberthi. Note de MM. **L. Léger** et **O. Duboscq**.

Dans deux Notes précédentes (*Comptes rendus*, 28 mai 1906 et *Comptes rendus de la Société de Biologie*, 16 juin 1906), nous avons établi que la schizogonie des *Aggregata* des Céphalopodes (*Klossia*, *Benedenia*, etc., des auteurs) s'effectuait dans les Crabes et nous avons pris comme exemple l'*Aggregata Eberthi* des *Sepia officinalis* de Cette qui se développe dans le *Portunus depurator*.

Des infections artificielles faites à Roscoff sur le *Portunus arenatus* avec les sporocystes tirés de *Sepia officinalis* nous ont permis de suivre en détail les phénomènes nucléaires qui se passent au cours de la schizogonie de la même espèce d'*Aggregata*. Nous les exposerons ici brièvement.

Nous avons déjà montré que le sporozoïte, mis en liberté dans l'intestin du Crabe après déhiscence valvaire du sporocyste, possède dans sa moitié postérieure un noyau allongé pourvu d'un riche réseau chromatique sans nucléole (karyosome) distinct.

Dès qu'il s'est installé dans le tissu lymphoïde péri-intestinal après avoir franchi l'épithélium et la basale, il commence à s'accroître et son noyau se modifie. Celui-ci

devient ovoïde et un très petit nucléole apparaît, ordinairement vers son pôle antérieur. En regard de ce nucléole, la chromatine se tasse sur un petit amas beaucoup plus colorable que le reste du réseau. Le nucléole grossit et à sa surface l'amas chromatique s'accole, réalisant ainsi un nucléole double dont l'un des éléments est basophile et l'autre acidophile, comme on en connaît dans les œufs et beaucoup d'autres cellules.

L'amas basophile de chromatine s'enfonce peu à peu dans le nucléole acidophile et gagne sa partie centrale, tout en restant en relation avec le karyoplasme par le point de pénétration où persiste longtemps une petite saillie chromatique. De là résulte un nucléole complexe formé d'une couche corticale vacuolaire de pyrénine et d'une aire médullaire de chromatine sidérophile distribuée sur un réseau achromatique. Ce réseau médullaire du nucléole semble rester en communication avec le réseau nucléaire par un canal (canal micropylaire de Schneider). A ce stade, le karyoplasme, limité par une membrane mince, est devenu très clair et ne contient que quelques rares petits grains de chromatine épars sur un réseau achromatique très dense.

De bonne heure, la couche corticale de pyrénine émet des nucléoles secondaires dans le karyoplasme (nucléolites de Schneider). Le nucléole se complique encore par l'apparition d'une couche de chromatine à la surface de la couche corticale de pyrénine. La croissance de la Grégarine est maintenant terminée et la désintégration va s'étendre à toutes les parties de ce nucléole complexe, préparant la première division nucléaire.

Au niveau du micropyle nucléolaire s'accumule une calotte de grains chromatiques qui semble tirer son origine à la fois de la couche externe de chromatine et de la zone médullaire. C'est alors qu'apparaissent, dans le suc nucléaire, de longs filaments rectilignes ou ondulés constituant un spirème achromatique, difficile à voir, qui deviendra peu à peu plus colorable en se chargeant de la chromatine de la calotte nucléolaire. Puis un second spirème très court et fortement sidérophile, paraissant sortir de l'aire médullaire du nucléole, vient s'unir au premier et renforcer sa colorabilité, phénomène qui rappelle l'union des chromatines dans une fécondation. Le nucléole presque vide n'est plus, dès lors, qu'une coque très amincie de pyrénine, ne contenant que quelques nucléoles de reliquat de même substance. Finalement la coque se dissout et les nucléoles de reliquat, dont l'un est en général plus gros que les autres, s'éparpillent dans le karyoplasme où ils persistent longtemps. Au cours de ce processus, le noyau perd sa membrane, devient irrégulier et amœbiforme. Il gagne la périphérie et à son point de contact avec la surface se produit une invagination très constante.

A la suite de la désintégration du nucléole survient un phénomène imprévu : la reconstitution, aux dépens du spirème et du suc nucléaire épuré, d'un nouveau noyau au repos, qui va fournir directement les éléments du premier fuseau. Pour cela, le karyoplasme se différencie en une area centrale claire, enserrant le spirème et en une large zone périphérique à fins grains colorables. Une partie de cette zone périphérique s'étale à la surface du parasite pour former le cytoplasme germinatif, où se rendront plus tard les noyaux filles. L'area claire, d'abord lobée comme beaucoup de *pronucleus*, reconstitue avec son spirème un nouveau noyau de taille beaucoup plus petite que le premier. Dans ce nouveau noyau, pourvu d'une membrane, la chromatine revient au repos et se dispose en un *reticulum* typique avec un ou plusieurs nucléoles.

Pendant cette reconstitution nucléaire apparaît, dans le karyoplasme granuleux, un centrosome qui se divise rapidement. Les deux centrosomes issus du premier se portent à la surface du parasite, de part et d'autre du nouveau noyau. Celui-ci s'étire en haltère; sa paroi disparaît tardivement et son réseau de chromatine passe de nouveau par le stade spirème, avant de se répartir en deux groupes de chromosomes irréguliers, qui finalement se rassemblent en étoile autour de chaque centre d'attraction.

Avant que les deux noyaux filles soient complètement reconstitués, survient une nouvelle division des sphères suivie d'une nouvelle division des chromosomes. Le même phénomène se répète encore plusieurs fois, après quoi les noyaux filles passent à l'état de repos entre chaque mitose. A ce moment ils sont déjà nombreux et répartis à la surface du parasite dans les îlots de cytoplasme germinatif. Leur multiplication continue par mitoses régulières et conduit à la formation de nombreux schizozoïtes à la suite d'invaginations et de lobulations du corps cytoplasmique, ainsi que nous le décrirons dans un Mémoire détaillé.

Des faits qui précèdent nous retiendrons : la haute complexité du nucléole (karyosome); son développement si particulier et son rôle dans le triage de la chromatine et la formation du spirème. A souligner surtout la reconstitution d'un nouveau noyau aux dépens d'une partie du premier (area centrale avec spirème), tandis que le karyoplasme résiduel devient cytoplasme germinatif.

Ces observations nous paraissent en outre de nature à éclairer la question encore si obscure à notre avis du *Chromidium*. Si nous n'avions pas réussi à mettre en relief le spirème achromatique avant et pendant la dissolution du premier noyau, la chromatine morphologique eût semblé disparaître et nous aurions fait naître le nouveau noyau d'un Chromidium tel que Schaudinn le décrit chez *Amœba coli*.

Sans vouloir rien préjuger des autres cas décrits de Chromidium karyogène, l'histoire de l'*Aggregata Eberthi* montre qu'il faut être circonspect dans de telles interprétations. L'évolution nucléaire est si rapide et si complexe qu'il est fort difficile de la suivre sans lacunes, quand on ne dispose pas du riche matériel que fournissent les infections artificielles.

TÉRATOLOGIE. — *Sur l'origine des blastodermes anidiens zonaux*. Note de M. **Jan Tur**, présentée par M. Alfred Giard.

M. G. Loisel a décrit, sous le nom de *blastodermes zonaux*, un type singulier d'anidie embryonnaire ([1]), se présentant avec l'apparence d'une

([1]) G. Loisel, *Les blastodermes sans embryon* (*Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901).

bande blastodermique circulaire limitant un espace central où l'on aperçoit la surface libre du jaune à travers la membrane vitelline. Tout au centre se trouve une tache blanchâtre que M. Loisel considère comme une cicatricule non fécondée. La formation du blastoderme zonal résulterait, pour M. Loisel, de la pullulation de spermatozoïdes aberrants; ceux-ci auraient pénétré dans l'œuf par sa région équatoriale et, sans féconder la cicatricule, se seraient multipliés parthénogénétiquement en utilisant les réserves de l'œuf. Suivant cette singulière conception, le développement des blastodermes *zonaux* s'accomplirait d'une façon tout à fait inverse de l'évolution normale, puisque l'accroissement se ferait du pôle nutritif vers le pôle animal!

Il est très difficile de saisir, dans les deux descriptions de M. Loisel, quelles données l'ont conduit à admettre cette croissance inverse de la bande blastodermique. D'autre part, l'hypothèse d'une invasion de spermatozoïdes qui auraient manqué le pôle supérieur de l'œuf et se seraient disposés un peu au-dessous de l'équateur avec une régularité vraiment surprenante, cette hypothèse ne saurait être prise en considération, tant elle est étrange. Je possède, d'ailleurs, actuellement une série de faits concordants, montrant que l'origine des prétendus anidiens *zonaux* répond à un processus beaucoup plus simple et autrement rationnel.

Dès 1903 j'ai émis des doutes très sérieux sur cette conception [1] en m'appuyant sur l'examen d'un seul cas de monstruosité du même genre. J'exprimais l'opinion que les *zonaux* relèvent d'un processus nécrosique localisé au centre du blastoderme. Depuis, j'ai obtenu plusieurs de ces blastodermes par voie expérimentale (brûlure, action du radium), mais je ne croyais pas pouvoir les rapprocher des productions spontanées. Or, tout récemment, j'ai rencontré onze cas de blastodermes zonaux spontanés, 9 de Poule et 2 de Corbeau freux. L'examen de ces cas a complètement confirmé les vues que j'avais précédemment émises à cet égard.

D'abord, la présence d'une tache blanche au centre n'est pas un fait nécessaire : elle était absente dans 4 cas. Quand elle existe, sa consistance est telle qu'il est extrêmement difficile de la conserver (on y parvient à l'aide du liquide de Rabl). L'examen des coupes sériées montre que cette tache est simplement un amas de détritus, sans aucun rapport de structure avec la cicatricule inféconde décrite par Barfurth et Lau.

L'auteur a publié une courte description du même cas, avec une figure à l'appui, dans sa *Revue annuelle d'Embryologie* (*Revue générale des Sciences*, 1902).

(1) J. TUR, *a. Sur la question des blastodermes sans embryon* (*Wszechswiat*, Varsovie, t. XXII, 1903). — *b. Études sur la corrélation embryonnaire* (*Bull. de la Soc. philom.*, 1905).

D'autre part, la structure du bord interne des blastodermes zonaux spontanés correspond exactement à celle que j'ai décrite pour les *zonaux* obtenus artificiellement [1] : l'ectoderme s'infléchit en bas et s'insinue dans la région du parablaste ; au-dessus de celui-ci, on aperçoit des éléments d'aspect mésodermique qui paraissent prendre naissance sur le bord infléchi de l'ectoderme. Ainsi, le trou central est bordé par un bourrelet plus ou moins épaissi dont la circonférence s'accroît au fur et à mesure que le blastoderme s'accroît et que le trou central s'élargit. Les bords périphériques des blastodermes zonaux montrent constamment la structure ordinaire de la périphérie des blastodermes normaux; rien ne rappelle les noyaux de spermatozoïdes imaginés par M. Loisel.

Parfois, la bande blastodermique se montre plus large dans un seul endroit où elle s'insinue dans le trou central sous forme d'un promontoire; on aperçoit assez souvent là le réseau de l'aire vasculaire aux îlots distincts et s'anastomosant. L'ensemble de ces formations donne l'impression d'un refoulement forcé exercé sur le bord interne de la bande mésodermique.

A part ces cas, qui correspondent très exactement à celui de M. Loisel, j'en ai rencontré d'autres que je nommerai *anidiens zonaux partiels,* où la formation d'un trou central est relativement tardive au cours du développement embryonnaire et où ce trou n'occupe qu'une région beaucoup plus restreinte relativement aux cas précédents, de sorte que les parties figurées du corps embryonnaire parviennent à se constituer et même à se développer, tout en subissant, à un degré variable, l'action déformante de l'orifice central lorsque celui-ci confine aux linéaments de l'embryon. Dans un cas, par exemple, une partie de l'aire transparente et de la ligne primitive est conservée au voisinage immédiat d'un orifice qui occupe le reste de l'aire transparente; dans d'autres cas, c'est, au contraire, la partie extérieure de l'aire transparente qui persiste; dans deux cas, enfin, l'orifice s'est constitué dans la région antérieure de l'aire transparente où le corps embryonnaire s'était déjà constitué, de sorte que la tête de l'embryon faisait saillie dans l'orifice.

Ces faits démontrent bien que les blastodermes zonaux ne dérivent en aucune façon de l'invraisemblable prolifération de noyaux de spermatozoïdes logés en dehors de la cicatricule non fécondée, ainsi que l'a supposé M. Loisel. Ces blastodermes représentent, tout simplement, les parties périphériques de germes issus d'une fécondation normale; la partie centrale de ces germes a subi une destruction secondaire plus ou moins considérable. Les parties adjacentes à la région atteinte continuent à se développer. L'ectoderme du bord de la perte de substance s'insinue en bas et en même temps, grâce à la prolifération d'éléments cellulaires dans la direction tan-

(1) Les blastodermes de ce genre ont été obtenus artificiellement par Kopsch, H. Peebles et moi-même. En 1890, Tichomirow a décrit un blastoderme anormal de ce genre, obtenu par incubation tardive, sous le nom de *vraie gastrula de la poule.*

gentielle, l'orifice central s'élargit progressivement. Pendant que cet élargissement s'accomplit, les parties figurées du germe (corps embryonnaire, aire vasculaire) sont comme refoulées par le bord de l'orifice, de sorte que leur développement ultérieur est gravement compromis. Quant à la tache blanchâtre, simulant vaguement une cicatricule parthénogénétique, elle n'est qu'un vestige de la région détruite. Les causes du processus nécrosique nous échappent évidemment. Dans tous les cas, entre les *zonaux* spontanés et les *zonaux* expérimentaux il existe un parallélisme complet : ce sont des productions de même ordre. Le seul point discutable, c'est leur caractère *tératologique :* étant donné le fait de la nécrose du matériel cellulaire, il y a tout lieu de conclure, suivant Et. Rabaud, à un processus *pathologique*.

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur l'activité labique de la muqueuse gastrique et sur la prétendue action labogénique spécifique du lait.* Note de M. **Maurice Dehon**, présentée par M. Dastre.

Les recherches que, depuis plus d'une année, je poursuis sur la production du ferment (présure, ferment lab) qui coagule le lait dans l'estomac des Mammifères (chien) et sur l'influence qu'exercent sur cette production les diverses espèces d'alimentation ont donné lieu à des constatations assez inattendues :

Depuis quelque temps, en effet, l'on tendait à admettre que le lait possède un véritable pouvoir labogénique spécifique, très supérieur à celui des autres aliments.

Les résultats de mes expériences montrent que, si les divers aliments simples jouissent bien d'une action labogénique propre à chacun d'eux, le lait possède cette action à un degré notablement inférieur à celui d'autres aliments : à celui de la viande et à celui du pain, en particulier.

L'introduction en physiologie de la notion d'une activité labogénique spécifique du lait provient, en premier lieu, de ce que, relativement à leur teneur en lab-ferment, l'on avait simplement comparé les repas de lait, soit avec de simples repas d'eau pure, soit avec des repas d'eau salée ou lactosée.

Or mes recherches, effectuées sur deux chiens adultes porteurs d'un estomac isolé par le procédé de Pawlow (légèrement modifié par Dehon et Drucbert, mais donnant les mêmes résultats sécrétoires que le procédé

de Pawlow même), m'ont souvent montré : que la digestion de l'eau pure, comparée à celle d'autres aliments, ne met en train qu'à un faible degré, et souvent pas du tout, la sécrétion psychique; et qu'elle excite peu, quelquefois aucunement, la sécrétion chimique ou seconde : beaucoup moins, en tout cas, que l'ingestion d'aliments tels que la viande, le pain, le lait. J'ai donc comparé à l'activité labique de contenus gastriques totaux (suc gastrique et aliments) provenant de repas au lait celle de contenus gastriques provenant non plus de simples repas d'eau mais de repas de viande et de repas de pain.

De la sorte j'ai constaté, toutes conditions étant égales d'ailleurs, que l'activité labique des repas de lait n'est jamais supérieure, ni à celle des repas de viande, ni à celle des repas de pain; *elle s'est toujours montrée moindre*.

Les résultats de cette première série de recherches exécutées avec le contenu total de l'estomac, et d'ailleurs aussi les résultats de la seconde série exécutée avec les sucs gastriques purs, ont été constants. Ils ont été les mêmes soit que les chiens en expérience aient été complètement privés de lait depuis plusieurs mois consécutifs, soit qu'au contraire les repas de viande ou de pain aient été précédés, de quelques heures, par un repas de lait; soit encore que les repas de lait aient été précédés, de quelques heures, par des repas de pain ou de viande.

Lorsque les différents repas se sont succédé dans la même journée, on a pris soin, au moyen d'un abondant lavage évacuateur, de débarrasser l'estomac de toutes traces des aliments ingérés antérieurement à chaque nouveau repas d'épreuve.

Si l'on a émis l'idée d'une activité labogénique spécifique du lait, c'est, en second lieu, parce que les recherches à ce point de vue, effectuées antérieurement à la généralisation du procédé de Pawlow pour l'isolement de l'estomac, n'avaient pu porter sur des sucs gastriques purs, mais sur des contenus gastriques totaux (suc gastrique et aliments) extraits à la suite de certains repas.

L'obtention de suc gastrique pur étant devenue, à l'heure actuelle, relativement aisée, j'ai entrepris, d'une part, de comparer entre eux les pouvoirs labiques particuliers des différents sucs psychiques purs obtenus pendant la digestion de divers aliments : pain, viande, lait, etc.; puis, d'autre part, j'ai comparé le pouvoir labique des contenus gastriques totaux (suc gastrique et aliments) extraits au cours de la digestion de divers repas simples : de viande, de pain, de lait, avec les pouvoirs labiques des sucs psychiques purs sécrétés et recueillis au niveau du petit estomac isolé pendant la digestion respective de ces différents repas.

J'ai observé ainsi, toutes conditions égales d'ailleurs :

1. Que le pouvoir labique du suc psychique pur, sécrété au cours de la digestion d'un repas de lait, est *toujours* inférieur à celui du suc psychique pur sécrété au cours de la digestion d'un repas de viande et, davantage encore, à celui du suc psychique sécrété au cours de la digestion d'un repas de pain;

2. Qu'il existe un parallélisme assez net entre la teneur en lab du produit total de la digestion gastrique des différents repas énumérés et la teneur en lab des sucs psychiques purs sécrétés et recueillis au niveau du petit estomac isolé pendant la digestion respective de ces différents repas.

Il semble surprenant, *a priori*, de constater que l'alimentation lactée possède, contrairement à ce que l'on était en droit de supposer au point de vue purement téléologique, un pouvoir labogénique inférieur à celui d'aliments tels que la viande ou le pain; mais ce fait semble moins curieux, lorsqu'on songe qu'il existe un ferment coagulant le lait chez certains êtres qui ne se nourrissent pas de lait (végétaux, crustacés, etc.).

Enfin, la non-activité labogénique spécifique du lait, mise en évidence par mes recherches, est en concordance, d'abord avec les résultats des travaux de M. Arthus, montrant que le rôle principal du ferment lab est de produire un dédoublement de la caséine avec protéolyse, et ensuite avec des travaux confirmatifs de Slowtzoff établissant que le lab n'est qu'*occasionnellement* une enzyme coagulante, et qu'il appartient, avant tout, à la catégorie des ferments protéolytiques.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le rétablissement des pulsations du cœur en fibrillation.* Note de M. H. **Kronecker**, présentée par M. Dastre.

Des expériences que je poursuis depuis de longues années m'ont amené à cette conviction que c'est l'anémie aiguë des parois du cœur qui fait cesser les pulsations franches et fait apparaître le phénomène de la trémulation fibrillaire. C'est l'état dans lequel meurt le cœur du chien. Les plexus nerveux, indispensables à la coordination des mouvements musculaires, sont paralysés par l'anémie, de la même façon que les centres nerveux du cerveau par l'embolie. Telle serait la cause du phénomène.

Cette anémie mortelle peut être occasionnée : 1° par la ligature des artères coronaires; 2° par l'embolie artificielle des mêmes artères; 3° par

leur excitation électrique; 4° par l'irritation mécanique du centre vaso-moteur, que j'ai découvert dans le septum ventriculaire; 5° par le refroidissement du cœur au-dessous de 30°; 6° par des poisons vaso-constricteurs du cœur (par exemple, chloroforme).

Claude Bernard a découvert l'action paralytique de l'hydrate de chloral sur les vaisseaux sanguins. Dastre [1] dit, à propos de l'action des solutions diluées d'hydrate de chloral sur le cœur : « On observe ordinairement un ralentissement des battements. Il est vraisemblable que cette modération est due à deux causes : l'une, indirecte, c'est la vaso-dilatation générale provoquée par le chloral; l'autre, directe, tenant à une excitation du pneumogastrique. » Un travail de Barbera, exécuté dans mon laboratoire (1897), a montré que les cœurs de chien, tombés en fibrillation, peuvent reprendre leurs battements, si l'on paralyse les vaisseaux coronaires par l'hydrate de chloral, ou mieux, si l'on chauffe le cœur à 45°.

En 1899, MM. Battelli et Prevost ont trouvé que les courants à haute tension (1200 volts et au-dessus) tuent l'animal par inhibition des centres nerveux et notamment par l'arrêt de la respiration. Cependant, le cœur continue à battre encore avec énergie pendant quelques instants. Quant aux courants à basse tension, ils n'affectent en rien le centre respiratoire, mais provoquent la paralysie du cœur et produisent des trémulations fibrillaires. Ludwig et Hoffa avaient déjà observé le fait, il y a cinquante ans; Sigmund Mayer l'avait vérifié vingt ans plus tard. Battelli et Prévost l'ont constaté à leur tour : mais, de plus, ils ont fait cette observation intéressante que les courants à haute tension peuvent faire reparaître les pulsations cardiaques normales dans un cœur, qui a été préalablement mis en fibrillation, par le passage d'un courant à basse tension. Ils opéraient avec une électrode introduite dans le rectum, l'autre électrode étant constituée par deux disques métalliques placés sur le cœur : un disque sur chaque ventricule.

Nous avons trouvé une disposition plus efficace. Les courants à haute tension (240 volts, 607 intermittences par seconde) provoquent mieux la reviviscence du cœur, si l'on introduit l'une des électrodes par l'œsophage jusqu'au niveau du cœur et si l'on dispose l'autre sur le ventricule gauche.

J'étais persuadé que cette reviviscence du cœur en fibrillation ne pouvait être due qu'à une paralysie des nerfs vaso-moteurs de l'organe. Si cette hypothèse était exacte, l'état fibrillaire ne devait pas pouvoir être aboli dans les cœurs dont les vaisseaux ne seraient point contractés, mais auraient été ligaturés au préalable et ainsi irréparablement vidés de sang. Les expériences que je vais décrire ont confirmé ces prévisions.

J'ai mis le cœur à nu chez des chiens préalablement anesthésiés (morphine) et paralysés (curare). J'ai lié ensuite la coronaire antérieure tantôt

---

[1] A. DASTRE, *Physiologie des anesthésiques*, p. 181.

au-dessus, tantôt au-dessous de l'origine de l'artère de la cloison. Dans les deux cas les pulsations des ventricules restent normales.

Mais, ayant lié l'artère circonflexe tout près de son origine, j'ai vu, 1 minute et demie après avoir pratiqué cette ligature, les deux ventricules entrer à la fois en fibrillation; ou encore, le ventricule gauche seul entrer en fibrillation, tandis que le ventricule droit continuait à battre; les oreillettes battaient normalement.

Dans ces conditions, si je faisais passer à travers les ventricules un courant de 240 volts pendant environ 1 seconde, le ventricule droit recommençait ou continuait à battre; le ventricule gauche, par contre, ne se rétablissait pas; il restait en état de trémulations fibrillaires qui s'affaiblissaient peu à peu jusqu'à la mort.

Si maintenant l'on excite le ventricule droit qui continue à battre, au moyen d'un courant assez faible d'une bobine d'induction, ses contractions régulières s'arrêtent et il tombe aussitôt en fibrillation : mais, dans ces conditions, il recommence à battre sous l'influence d'un courant de haute tension. Dans aucun cas on ne peut rétablir les pulsations dans le ventricule gauche anémié.

En renversant les conditions de l'expérience on en renverse le résultat.

En anémiant le ventricule droit par la ligature de la coronaire droite, c'est lui seul qui entre en fibrillation, tandis que le ventricule gauche continue à battre.

Il me semble avoir prouvé par ces expériences que l'anémie aiguë est la cause essentielle de la fibrillation du cœur, et que les autres causes citées plus haut n'agissent qu'en provoquant cette anémie.

Ces observations prouvent, en même temps, que les deux ventricules ne sont pas inséparables dans leur fonctionnement, mais qu'ils sont liés par des centres nerveux coordonnés qui peuvent être paralysés par des anémies partielles.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *De la loi de l'effet hémolytique des rayons de Becquerel.* Note de MM. **C.-J. Salomonsen** et **G. Dreyer**, présentée par M. Bouchard.

Dans une précédente Note [1] nous avons attiré l'attention sur la faculté hémolytique des rayons de Becquerel; plus tard, nous avons cherché une méthode pratique pour mesurer la radioactivité au moyen de l'hémolyse. Jusqu'à présent, nous n'avons pas réussi à vaincre toutes les difficultés techniques s'opposant à la solution satisfaisante de ce problème.

D'autre part, nous avons réuni, pendant ce travail, un nombre d'observations assez grand pour pouvoir démontrer que des hématies exposées,

[1] Salomonsen et Dreyer, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904.

pendant quelque temps, aux rayons Becquerel se décomposent de telle façon que, par unité de temps, le nombre d'hématies hémolysées pour 100 reste invariable.

Pour les expériences, on s'est servi d'érythrocytes humains pris du même individu au moyen d'une piqûre au doigt et délayés dans quatre-vingt-dix-neuf parties d'une solution de NaCl à 0,9 pour 100. La préparation a été placée, à la température de 20° C. à peu près, dans l'hémocytomètre de Zeis-Thoma sous une lamelle de $0^{mm},4$ d'épaisseur. Au-dessus de celle-ci on a placé 50^{mg} de bromiure de radium renfermés dans une capsule d'ébonite et étendus sur une plaque de mica de 1^{cm} de diamètre. Le dénombrement s'est fait dans un des seize carrés du réseau. Chaque expérience demande un nettoiement préalable très minutieux mécanique et chimique de l'hémocytomètre. Il faut travailler le plus aseptiquement possible.

L'effet destructif des rayons de Becquerel ne s'est manifesté qu'au bout d'une latence relativement longue. Généralement, nous avons préféré éclairer la préparation pendant 1 heure 30 minutes. Au bout de ce temps et le nombre et la forme des hématies restaient absolument sans changement. On enlevait le radium pour faire des dénombrements à des intervalles plus ou moins longs.

Après l'éloignement du radium, une *période d'induction bien prononcée* se constate, au courant de laquelle un certain nombre d'hématies, relativement petit et qui va en augmentant, disparaît jusqu'à ce que l'effet maximum soit atteint, après un temps plus au moins long. L'analyse des chiffres observés après la fin de la période d'induction fait voir que la destruction s'opère de manière à se laisser exprimer par la même formule différentielle que celle qui s'applique aux *réactions monomoléculaires*

$$\frac{dx}{dt} = \mathrm{K}(a - x).$$

Les Tables ci-dessous montrent les résultats de cinq essais. Pour deux d'entre eux, la durée de l'exposition était de 1 heure, pour les trois autres elle était de 1 heure et demie.

TABLE III. — 1er *juin* 1906.
Exposition : 1 heure 30 minutes.

Numéros.	t minutes.	$(a-x)$. Hématies observées.	Hématies calculées.
1...	0	102	(113)
2...	18	55	55
3...	28	36	37
4...	38	23	25
5...	48	15	17
6...	58	11	11
7...	68	7	8
8...	73	6	6
9...	88	4	3
10...	118	2	1
11...	135	1	1 (0,52)

K = 0,0173

TABLE IV. — 1er *juin* 1906.
Exposition : 1 heure 30 minutes.

Numéros.	t minutes.	$(a-x)$. Hématies observées.	Hématies calculées.
1...	0	35	36
2...	15	20	20
3...	25	13	13
4...	35	8	9
5...	50	5	5
6...	60	3	3
7...	100	1	1 (0,7)
8...	110	0	0 (0,4)

K = 0,0173

TABLE V. — 23 *mai* 1906.
Exposition : 1 heure 30 minutes.

Numéros.	t minutes.	$(a-x)$. Hématies observées.	Hématies calculées.
1...	0	140	140
2...	60	22	20
3...	90	8	8
4...	100	7	6
5...	115	3	3
6...	132	1	2

K = 0,0140

TABLE I. — 9 *mai* 1906.
Exposition : 1 heure.

Numéros.	t heures.	$(a-x)$. Hématies observées.	Hématies calculées.
1......	0	121	(126)
2......	2.2	96	96
3......	4.2	77	75
4......	5.1	69	67
5......	7.2	55	52
6......	9.1	43	41
7......	10.4	32	35
8......	12.0	24	28
9......	15.7	18	18
10......	25.2	5	5
11......	30.2	2	3
12......	32.6	2	2
13......	37.4	1	1 (1,2)

K = 0,0540

TABLE II. — 12 *mai* 1906.
Exposition : 1 heure.

Numéros.	t heures.	$(a-x)$. Hématies observées.	Hématies calculées.
1......	0	256	(282)
2......	5	165	165
3......	13	72	70
4......	14	61	63
5......	16	51	51
6......	18	41	41
7......	20.3	31	32
8......	22	27	27
9......	23	23	24
10......	29	13	13
11......	37.5	7	5

K = 0,0466

On verra qu'il y a un accord remarquable entre les nombres observés d'érythrocytes et leurs nombres calculés.

La détermination quantitative de l'hémolyse présente un intérêt tout particulier. En effet, malgré les expériences déjà faites (Jorissen et Ringer, Bergen-Davis et Edwards, etc.), il n'existe pas, tant que nous sachions, de déterminations quantitatives permettant de fixer les lois de la marche des phénomènes chimiques produits par les rayons de Becquerel.

MÉDECINE. — *Reproduction expérimentale de la conjonctivite granuleuse chez le singe* (Macacus sinicus). Note de MM. C. NICOLLE et CUENOD, présentée par M. ROUX.

La conjonctivite granuleuse (trachôme, conjonctivite trachômateuse) est une des affections humaines les plus répandues et l'une des plus redoutables en raison de la gravité de ses complications oculaires.

L'étude scientifique de cette maladie est à peine ébauchée. Nous ne connaissons pas son agent microbien; une inoculation tentée sur l'homme (Sattler) n'a donné qu'un résultat incomplet, et les expériences faites sur les animaux n'ont apporté jusqu'à ces derniers temps que des résultats négatifs. Tout récemment cependant, Hess et Römer, en Allemagne; Bajardi, en Italie, ont publié quelques faits d'inoculations positives du tra-

chôme à des singes. Leurs expériences, en particulier celles de Bajardi, semblent bien avoir été suivies de succès. Malheureusement, les détails fournis par ces auteurs sont assez incomplets et la détermination exacte des espèces de singes sur lesquelles ils ont opéré manque.

La fréquence du trachôme en Tunisie nous a déterminé à en pratiquer l'étude systématique. La présente Note apporte la démonstration de l'inoculabilité de la maladie aux singes inférieurs.

Nos expériences ont porté sur le *Macacus sinicus* (bonnet chinois), espèce dont l'un de nous a fait voir la sensibilité à diverses affections regardées jusque-là comme spéciales à l'homme : chancre mou, chancre syphilitique et même, sous une forme bénigne, lèpre.

Voici le résumé de nos expériences et de nos constatations :

Première série d'expériences. — Deux bonnets chinois en captivité à l'Institut Pasteur depuis plus de 6 mois et dont les conjonctives ont été reconnues saines sont inoculés *à l'œil droit* avec le produit de broyage de granulations recueillies à la curette sur une jeune fille italienne de 16 ans, atteinte de trachôme au deuxième degré [1] sans complications et n'ayant subi encore aucun traitement. Le produit a été broyé finement dans l'eau physiologique stérile et l'inoculation pratiquée dans l'épaisseur même de la muqueuse conjonctivale des deux paupières. A la paupière supérieure, la résistance du cartilage tarse n'a permis que l'introduction d'une très faible quantité de liquide. 5 jours plus tard, un examen soigneux permet de constater qu'il n'existe plus trace du traumatisme opératoire. Nous laissons les singes sans les examiner pendant 23 jours.

Le vingt-troisième jour (vingt-huitième de l'inoculation), nous constatons sur les conjonctives retournées à la pince les lésions suivantes :

Singe I. — Paupière supérieure : néant. Paupière inférieure : deux granulations très nettes ayant un demi-millimètre environ de diamètre, faisant un relief visible et se détachant en clair sur le fond congestionné et vascularisé de la muqueuse. Ces granulations siègent à la partie médiane de l'organe à distance à peu près égale du bord libre et du fond du cul de sac. Elles sont très manifestement situées sur le trajet des capillaires conjonctivaux dilatés.

Singe II. — Paupière supérieure : néant. Paupière inférieure : deux granulations analogues, plus petites.

8 jours plus tard (trente-sixième jour de l'inoculation), le *singe I* montre deux granulations sur la conjonctive de la paupière supérieure presque au fond du cul-

---

(1) Par *trachôme au deuxième degré,* nous désignons le stade caractéristique de l'affection dans lequel les granulations conjonctivales encore intactes forment à la limite supérieure du tarse un chapelet grisâtre à grains plus ou moins confluents qu'une simple pression de la curette fait éclater et d'où sort une petite quantité de matière grisâtre et gélatineuse.

de-sac; la paupière inférieure présente les mêmes éléments que lors du premier examen, mais ils ont doublé de volume et il existe une nouvelle granulation plus petite. Constatations analogues chez le *singe II* qui présente de plus une lésion des plus intéressantes. Elle consiste en un semis de petites granulations (8 à 10), siégeant à la partie supero-externe de la conjonctive bulbaire; ces granulations sont de couleur blanche, opaline et se détachant de la façon la plus nette sur le fond pigmenté (presque noir chez ces singes) de la conjonctive bulbaire.

Deuxième série d'expériences. — 9 jours après la première inoculation pratiquée à l'œil droit, ces deux mêmes singes ont été inoculés *à l'œil gauche* et de la même manière avec le produit du broyage de granulations recueillies sur deux malades différentes (israélite de 20 ans, italienne de 50 ans) atteintes toutes deux de trachôme au deuxième degré et n'ayant subi aucun traitement. 5 jours après, toute trace de traumatisme opératoire est disparue.

Le dix-neuvième jour de l'inoculation, l'état des conjonctives est le suivant : *Singe I*, paupière supérieure : néant; paupière inférieure : série de petites granulations au siège ordinaire (partie à distance égale du bord libre et du fond du cul-de-sac). — *Singe II*, néant aux deux paupières (les mouvements du singe au moment de l'inoculation n'avaient permis la pénétration que d'une trace de liquide).

Le vingt-huitième jour : *Singe I*, les conjonctives des deux paupières présentent des granulations évidentes. La partie supero-externe de la conjonctive bulbaire montre la même éruption de granulations qu'à l'œil droit. — *Singe II*, une granulation très nette sur chacune des deux paupières [1].

Nous avons prélevé sur le singe I, au trente-sixième jour, une granulation pour en faire l'examen histologique. Celui-ci a montré *une similitude absolue entre la structure du trachôme expérimental du singe et celle du trachôme spontané de l'homme.*

Les faits que nous venons d'exposer prouvent d'une façon indiscutable la sensibilité du *Macacus sinicus* à l'inoculation du virus trachômateux.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'organisation et la position systématique du genre* Sezannella *Mun.-Ch.* Note de M. **René Viguier**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Le travertin thanétien de Sézanne conserve, comme tous les naturalistes le savent, les restes d'une riche et intéressante flore.

Le calcaire travertineux présente de nombreuses cavités qui sont, le plus souvent, le moule en creux de fleurs, de fruits ou d'insectes variés.

---

(1) Il est à remarquer que chez le singe *le lieu d'élection* des granulations n'est pas, comme chez l'homme, le bord de la conjonctive tarsienne.

En contremoulant ces cavités avec de la cire ou avec du plâtre et en attaquant ensuite le calcaire par de l'acide chlorhydrique, Munier-Chalmas a constitué une admirable série de moulages qui est conservée au Laboratoire de Géologie de la Sorbonne.

On peut étudier ainsi la forme extérieure des fleurs et des insectes de Sézanne jusque dans leurs détails les plus fins, aussi facilement qu'on étudierait des spécimens vivants.

Munier-Chalmas est mort sans avoir publié la description des échantillons qu'il avait préparés avec tant de patience; M. Haug ayant mis très aimablement à ma disposition la collection de la Sorbonne, j'ai pu entreprendre cette intéressante étude.

Un des types les plus curieux et aussi les plus répandus à Sézanne est certainement le genre *Sezannella* Mun.-Ch.

La fleur possède une seule enveloppe florale constituée par cinq sépales ovales, aigus, libres. Ces sépales sont à préfloraison valvaire comme le montrent nettement les boutons non épanouis ou à peine entr'ouverts.

L'androcée comprend cinq étamines alternant régulièrement avec les cinq sépales. Les anthères, allongées, de très grande taille, sont extrorses; elles comptent chacune quatre sacs polliniques groupés en deux paires et sont à déhiscence poricide. Les filets minces de ces étamines s'insèrent sur une colonnette, sorte de prolongement de l'axe, portant l'ovaire.

L'ovaire libre montre cinq carpelles concrescents et est surmonté d'un long style filiforme terminé par un stigmate en coupe.

Le fruit est une capsule loculicide; chaque carpelle, lors du développement du fruit, forme deux côtes saillantes, de sorte que la capsule semble présenter dix loges.

On peut voir aussi dans une capsule ouverte que la placentation est axile et qu'il y a deux rangées de graines horizontales par carpelle.

Deux espèces, *Sezannella major* et *Sezannella minor*, peuvent être distinguées dans le genre, d'après les dimensions des fleurs.

L'organisation très spéciale de cette fleur va nous permettre de déterminer d'une manière précise sa position dans la classification. La préfloraison valvaire d'une enveloppe florale unique ainsi que la présence d'un petit axe commun portant l'ovaire et les étamines sont fréquentes dans beaucoup de Malvales. L'androcée de *Sezannella* comptant cinq étamines avec des anthères extrorses et à quatre sacs polliniques, ce genre trouve sa place dans les Sterculiacées; il est particulièrement voisin des *Lasiopetalum* qui ont cinq étamines dont les grosses anthères s'ouvrent par des pores, mais dont l'ovaire est sessile. Le fruit de *Sezannella* rappelle celui de divers *Buttneria*.

Parmi les nombreuses empreintes de feuilles récoltées à Sézanne plusieurs ont été rapportées aux Malvales. De Saporta a décrit, comme Sterculiacée sous le nom de *Pterospermites inæquifolius*, une grande feuille palmatilobée dont la nervation est voisine de celle des *Buttneria* et des *Pterospermum*. Comme ces empreintes sont très fréquentes à Sézanne, tout porte à croire que ces feuilles ne sont pas autre chose que celles de *Sezannella*.

En résumé, le genre *Sezannella* est, sans aucun doute possible, une Sterculiacée. Il constitue un intermédiaire intéressant entre les espèces de *Lasiopétalées* à ovaire sessile et les *Hélictérées* dont l'ovaire et les étamines sont portés sur un axe commun allongé.

M. Canovetti adresse une Note *Sur la résistance de l'air au mouvement des corps*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures et demie l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, vacante par le décès de M. *A. Laussedat*, présente la la liste suivante :

En première ligne. . . . . M. Carpentier.

En seconde ligne, par ordre alphabétique. MM. Cornil.
L. Teisserenc de Bort.

La séance est levée à 5 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 29 AVRIL 1907.

Internationale Assoziation der Akademien. Zweiter Vorbericht enthaltend die Darstellung des Standes der Verhandlungen der Internationalen Assoziation vom 1 Juni 1906 *bis zum* 15 *April* 1907. Vienne, 1907; 1 fasc. in-4°.

Henri Moissan, commemorazione letta dal socio ICILIO GUARESCHI, nell'adunanza pubblica del di 24 febbrario 1907. (Accademia reale delle Scienze di Torino, anno 1906-1907.) Turin, Carlo Clausen, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notice sur les travaux et les titres scientifiques de M. CHARLES MOUREU. Paris, Masson et Cie, 1907; 1 fasc. in-4°.

Intégromètre à lame coupante, 1907, par le Colonel JACOB. Paris, 1907; 1 vol. in-4° autographié. (Présenté par M. Maurice Levy.)

Les venins, les animaux venimeux et la sérothérapie antivenimeuse, par A. CALMETTE, Correspondant de l'Institut. Paris, Masson et Cie, 1907; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

The Opisthobranchiata of South Africa, by R. BERGH, with fourteen plates. (*Marine investigations in South Africa;* t. V, part. I.) [Extr. de *Transactions of the South african philosophical Society,* t. XVII.] Cape-Town, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de M. R. Bergh, Correspondant de l'Institut.)

La contagion de la lèpre en l'état de la Science, par le Dr ZAMBACO PACHA, Correspondant de l'Institut. Paris, Masson et Cie, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Opuscula selecta neerlandicorum de arte medica; fasciculus primus quem curatores miscellaneorum quœ vocantur *Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde,* collegerunt et ediderunt ad celebrandam seriem quinquagesimam in lucem nuper editam. Amsterdam, F. Van Rossen, 1907; 1 vol. in-8°. (Offert par la Rédaction du journal médical *Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde.*)

Der Automobil-Zug, eine Studie über die allgemeinen Grundlagen der Automobilzug-Systeme, durchgeführt an dem Beispiel des *Train-Renard,* von W.-A.-TH. MÜLLER, mit 34 Abbildungen im Text und auf Tafeln. Berlin, M. Krayn, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 6 MAI 1907.

Louis Pasteur, 1822-1895. Discours prononcé le 26 septembre 1896, à l'inauguration de la statue de Pasteur à Alais, par M. D. GERNEZ. Paris, imp. Gauthier-Villars, 1896; 1 fasc. in-4°.

Notice sur Henri Sainte-Claire Deville, par M. D. GERNEZ. Paris, Gauthier-Villars, 1894; 1 fasc. in-4°.

Notice sur la vie et les travaux de Paul Hautefeuille, par M. D. GERNEZ. Paris; Hachette et Cie, 1904.

Notice sur les travaux scientifiques de M. HENRI DOUVILLÉ. Lille, Le Bigot frères, 1907; 1 fasc. in-4°.

Leçons de Géographie physique, par ALBERT DE LAPPARENT, Membre de l'Institut; 3e édition revue et augmentée, avec 203 figures dans le texte et une planche en couleur. Paris, Masson et Cie, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Meteorological researches in the high atmosphere, by H. S. H. the Prince of MONACO; with illustrations. (Extr. de *The scottish geographical Magazine,* mars 1907.) 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Les équations aux dérivées partielles à caractéristiques réelles, par R. D'ADHÉMAR. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Émile Picard.)

L'Électricité, par LUCIEN POINCARÉ. Paris, Ernest Flammarion, 1907; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Lippmann.)

Étude dynamique des voitures automobiles, par ALBERT PETOT; 1er fascicule : *Production du mouvement de locomotion. Rôle du différentiel. Mode d'action des ressorts et des bandages pneumatiques.* Lille, J. Schaller, 1906; 1 vol. in-4° (autographié). (Présenté par M. Darboux.)

Applications de la Photographie aux levés topographiques en haute montagne, par HENRI VALLOT et JOSEPH VALLOT. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-12. (Présenté par M. de Lapparent.)

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. Décades zoologiques : Oiseaux, n° 7. Hanoï, 1906; 1 fasc. in-4°. (Exemplaire numéroté, n° 152.) (Présenté par M. Delage.)

Bulletin mensuel du Bureau central météorologique de France, publié par A. ANGOT; année 1907, n° 1, janvier 1907. Paris, Gauthier-Villars; 1 fasc. in-4°.

Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble, 1905-1907; t. VIII, 1er fascicule. Grenoble, 1907; 1 fasc. in-8°.

Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France, publiée sous la direction de M. ERNEST OLIVIER; 19e année, 1906. Moulins, 1906; 1 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 22 avril 1907.)

Note de M. *Léon Guillet,* Remarques sur la constitution des alliages de cuivre :

Page 845, ligne 11, *au lieu de* à la présence d'une combinaison solide, *lisez* à la présence d'une combinaison ou d'une solution solide.

Page 847, lignes 1, 4 et 6, *au lieu de* solide, *lisez solidus.*

Page 847, lignes 6 et 10, *au lieu de* liquide, *lisez liquidus.*

Page 847, ligne 25, *au lieu de* même si celle-ci est *un* eutectique, *lisez* même si celle-ci est *en* eutectique.

Page 847, ligne 27, *au lieu de* Cu — So, *lisez* Cu — Sn.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 MAI 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *H. Le Chatelier*, pour occuper, dans la Section de Chimie, la place vacante par suite du décès de M. *Henri Moissan*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. *H. Le Chatelier* prend place parmi ses Collègues.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance du lundi 20 mai est remise au mardi 21.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation fonctionnelle se présentant dans la théorie de certaines équations aux dérivées partielles.* Note de M. **Émile Picard**.

1. Les travaux récents établissent des liens de plus en plus étroits entre les équations fonctionnelles et les équations aux dérivées partielles quand on se propose d'intégrer celles-ci avec certaines conditions aux limites. Ayant eu récemment l'occasion dans mon cours, en étudiant les équations linéaires de la forme

$$\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} + a\frac{\partial z}{\partial x} + b\frac{\partial z}{\partial y} + cz = 0 \tag{1}$$

(où a, b, c sont des fonctions de x et y), de rencontrer une équation fonctionnelle qui n'est pas sans intérêt et généralise un type bien connu, je me propose de l'indiquer ici.

2. J'ai, autrefois, effectué l'intégration de l'équation (1), en supposant données les valeurs de l'intégrale sur un segment de l'axe des x à partir de l'origine et sur une droite (ou une courbe) passant par l'origine; j'opérais par approximations successives convenablement dirigées. M. Hadamard a donné depuis une solution en introduisant une fonction analogue à la fonction adjointe de Riemann (qui ne peut d'ailleurs, en général, être obtenue que par approximations successives) et en généralisant la méthode classique de Riemann relative à l'équation (1).

M. Goursat s'est proposé le problème plus général de l'intégration de l'équation (1) en se donnant les valeurs de l'intégrale suivant deux droites (ou deux courbes) OA et OB situées dans l'angle xOy. Il généralise la méthode que j'avais suivie dans le cas où OB coïncide avec Ox.

3. Je me suis proposé de traiter le problème relatif aux droites OA et OB, que nous pouvons supposer correspondre aux équations $y=x$, $y=\beta x$ ($\beta<1$), en partant de l'idée suivante : déterminer sur Ox les valeurs de l'intégrale cherchée au moyen d'une certaine équation fonctionnelle. On appliquera pour cela la formule de M. Hadamard rappelée plus haut, en opérant comme si l'intégrale était donnée sur OA et Ox. Écrivant alors que, sur OB, l'intégrale a les valeurs données, on obtient l'équation fonctionnelle cherchée. Cette équation a la forme

$$(2) \qquad f(x)-P(x)f(\beta x)+\int_0^x \psi(x,y)f(y)\,dy=\varphi(x).$$

Dans cette équation la fonction inconnue est $f(x)$, qui doit avoir une valeur donnée pour $x=0$. Les fonctions $P(x)$, $\psi(x,y)$ et $\varphi(x)$ sont des fonctions connues. La fonction $\varphi(x)$, par la nature même du problème, s'annule pour $x=0$ et a une dérivée. La fonction $P(x)$ est essentiellement positive; dans l'intervalle (O,α), où doit rester x, on a

$$P(x)<e^{Ax}$$

A étant une constante positive, et l'on a $P(0)=1$. Le produit

$$P(x)P(\beta x)\ldots P(\beta^n x)$$

est convergent pour $n=\infty$; soit $\Pi(x)$ sa valeur.

4. Il s'agit d'intégrer l'équation fonctionnelle (2). Nous introduirons un paramètre λ en envisageant l'équation

$$(3) \qquad f(x)-P(x)f(\beta x)+\lambda\int_0^x \psi(x,y)f(y)\,dy=\varphi(x)$$

et cherchant une solution de la forme

$$(4)\qquad f(x) = f_0(x) + \lambda f_1(x) + \ldots + \lambda^n f_n(x) + \ldots$$

ordonnée suivant les puissances de λ. On aura les équations successives

$$(5)\qquad \begin{cases} f_0(x) - \mathrm{P}(x) f_0(\beta x) = \varphi(x), \\ f_n(x) - \mathrm{P}(x) f_n(\beta x) + \int_0^x \psi(x, y) f_{n-1}(y)\, dy = 0 \quad (n = 1, 2, \ldots). \end{cases}$$

On prendra pour $f_0(0)$ la valeur donnée, et pour $f_n(0)$ la valeur *zéro* $(n \geqq 1)$.

On peut aisément avoir ainsi de proche en proche les fonctions $f_n(x)$, et l'on établit une inégalité fondamentale relative à $f_n(x)$. Soit, dans l'intervalle $(0, \alpha)$,

$$|f_0(x)| < \mathrm{K}, \qquad |\psi(x, y)| < \mathrm{M}, \qquad e^{\frac{\mathrm{A}x}{1-\beta}} < \mathrm{H};$$

on aura

$$|f_n(x)| < \mathrm{K} \frac{\mathrm{M}^n \mathrm{H}^n x^n}{1.2.\ldots.n} \frac{1}{(1-\beta)(1-\beta^2)\ldots(1-\beta^n)}.$$

La convergence de la série (4), *pour toute valeur de* λ, en résulte immédiatement ; en particulier pour $\lambda = 1$, on a la solution de l'équation (2).

Les résultats précédents se déduisent de ce que la première des équations (5) se résout par la série convergente

$$f_0(x) = \Pi(x) f_0(0) + \sum_{n=1}^{n=\infty} \mathrm{P}(x)\mathrm{P}(\beta x)\ldots\mathrm{P}(\beta^{n-1}x)\,\varphi(\beta^n x).$$

5. Il est d'ailleurs aisé d'établir que l'équation fonctionnelle (2) n'a qu'une seule solution. Ceci revient à montrer que l'équation

$$f(x) - \mathrm{P}(x) f(\beta x) + \int_0^x \psi(x, y) f(y)\, dy = 0,$$

où l'on suppose $f(0) = 0$, n'est vérifiée que si $f(x)$ est identiquement nulle. Par un raisonnement analogue au précédent, on conclut, en allant de proche en proche, que, si $|f(x)|$ est inférieur à K, on aura

$$|f(x)| < \mathrm{K}.\mathrm{MH}x \frac{1}{1-\beta},$$

$$|f(x)| < \mathrm{K} \frac{\mathrm{M}^2 \mathrm{H}^2 . x^2}{1.2} \frac{1}{(1-\beta)(1-\beta^2)},$$

et d'une manière générale

$$|f(x)| < K\frac{M^n H^n x^n}{1.2\ldots n}\frac{1}{(1-\beta)\ldots(1-\beta^n)},$$

d'où il résulte que $f(x)$ est identiquement nulle, comme on voulait l'établir.

6. Notre équation (2) généralise évidemment une équation étudiée par Volterra (par exemple, en faisant $\beta = 0$). Il vient de suite à l'esprit de généraliser l'équation de Fredholm en considérant l'équation

$$(6) \qquad f(x) - P(x)f(\beta x) + \int_0^a \psi(x, y)f(y)\,dy = \varphi(x),$$

la limite supérieure de l'intégrale étant la constante a, au lieu de la variable x que nous avions dans l'équation (2).

Moyennant certaines hypothèses, d'un caractère très général, faites sur $\psi(x, y)$ et $\varphi(x)$, on ramènera facilement l'équation (6) à une équation ordinaire de Fredholm. On tire en effet de cette équation

$$(7) \qquad f(x) - \Pi(x)f(0) + \int_0^a \chi(x, y)f(y)\,dy = \pi(x),$$

en posant

$$\chi(x, y) = \psi(x, y) + \sum_{n=1}^{n=\infty} P(x)\ldots P(\beta^{n-1}x)\psi(\beta^n x, y),$$

$$\pi(x) \quad = \varphi(x) \quad + \sum_{n=1}^{n=\infty} P(x)\ldots P(\beta^{n-1}x)\varphi(\beta^n x).$$

L'équation (7) est bien du type de Fredholm, et l'on peut d'ailleurs remonter de cette équation à l'équation (6).

ÉLECTRICITÉ. — *Théorie du condensateur parlant de M. Argyropoulos.* Note de M. **Marcel Deprez.**

M. Argyropoulos a fait connaître tout récemment à l'Académie (séance du 6 mai 1907, p. 971) les résultats qu'il a obtenus à l'aide d'un dispositif auquel il a donné le nom de *condensateur parlant* et qui ne diffère du dispositif, déjà connu sous le nom de *condensateur chantant*, que par l'intercalation, dans le circuit du fil secondaire du transformateur du microphone,

d'une source de force électromotrice ayant pour but de produire entre les deux armatures du condensateur une différence de potentiel constante de plusieurs centaines de volts.

L'introduction de cette force électromotrice dans le circuit secondaire du transformateur augmente d'une façon extraordinaire l'intensité du son émis par le condensateur. C'est là le fait capital découvert par M. Argyropoulos, qui, d'ailleurs, n'en donne aucune explication dans la Note précitée.

Je vais combler cette lacune et montrer que l'adjonction de la force électromotrice auxiliaire permet d'accroître, dans une proportion *presque* aussi grande qu'on le veut, l'intensité du son dû au mouvement vibratoire des armatures.

Lorsqu'on met les deux armatures d'un condensateur de capacité C en communication avec les deux pôles d'une source d'électricité de force électromotrice E, le condensateur se charge d'une quantité Q d'électricité égale à CE et les deux armatures sont sollicitées par une force attractive F, proportionnelle à Q^2 et par suite à E^2, de sorte que l'on peut écrire

$$F = F_1 E^2,$$

F_1 désignant la valeur de la force attractive lorsque $E = 1$.

Cet effort F ainsi développé entre les deux armatures peut atteindre une valeur aussi grande qu'on le veut, mais il a pour unique résultat de comprimer le diélectrique qui les sépare d'une quantité très petite que l'on peut considérer comme proportionnelle au carré de la force électromotrice E.

Supposons maintenant qu'on augmente cette force électromotrice d'une quantité très petite ΔE, l'effort F éprouve un accroissement qui, en négligeant le carré de ΔE, est donné par l'équation

$$\Delta F = 2 F_1 E \Delta E.$$

Dans l'expérience de M. Argyropoulos la quantité ΔE représente, à chaque instant, la force électromotrice variable développée, par le jeu du microphone, dans le fil secondaire du transformateur. On voit immédiatement que la valeur de ΔF (et par conséquent du mouvement d'amplitude extrêmement petite des armatures qui se rapprochent en comprimant le diélectrique) est proportionnelle à la force électromotrice auxiliaire E. L'amplitude du mouvement des armatures, et par suite l'intensité du son

qui lui est proportionnelle, peut donc aussi être considérée comme sensiblement proportionnelle à E. Lorsque E = O (condensateur chantant tel qu'on le réalisait jusqu'à présent), l'attraction $\Delta F'$ devient $\Delta F' = F_1 (\Delta E)^2$, de sorte que le rapport des efforts et par suite des amplitudes et des intensités acoustiques serait, pour les deux dispositifs nouveau et ancien, donné par l'équation

$$\frac{\Delta F}{\Delta F'} = \frac{2E}{\Delta E}$$

qui, tout en donnant des résultats trop forts (pour des raisons faciles à discerner), montre cependant très clairement les avantages du dispositif de M. Argyropoulos.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur le glycose provenant du sucre virtuel du sang.* Note de MM. **R. Lépine** et **Boulud**.

Dans une Note sur les glycosides (sucre virtuel) du sang [1] nous disions que, par l'addition d'eau, d'émulsine, et surtout d'invertine, on augmente beaucoup la quantité du glycose qui, dans tout sang défibriné, maintenu à 58° (pour empêcher la glycolyse normale), se libère de la combinaison dans laquelle il était dissimulé. La quantité de glycose, ainsi libéré, atteint souvent $0^g,40$ et parfois bien davantage (pour 1000^g de sang).

L'émulsine et l'invertine ne supportant pas la température de 58°, nous ne les ajoutons au sang qu'après l'avoir retiré du bain-marie, où il a séjourné 15 minutes à cette température.

Si l'on n'ajoute ni invertine, ni émulsine au sang retiré du bain-marie, au bout de 15 minutes et porté ensuite à la température du laboratoire (ou à l'étuve à 38°), il ne se libère, généralement, plus de sucre, sauf dans certains sangs pathologiques, où la libération du glycose peut se poursuivre pendant 1 heure, et peut-être plus. Voici des exemples de libération lente :

Chien 2648. — 30 heures après l'ablation du pancréas :

	Glycose.
	g
Sang tombant de la carotide dans le nitrate Hg	1,90
Après 15 minutes à 58°	2,16
45 minutes plus tard	2,48

[1] Lépine et Boulud, *Comptes rendus*, 8 octobre 1906.

Chien 2654. — Saigné antérieurement, et ayant perdu du poids :

	Glycose.
	g
Sang tombant de la carotide	1,04
Après 15 minutes à 58°	1,10
45 minutes plus tard	1,28
Id. avec addition d'invertine	1,48

Ce dernier exemple montre bien l'influence de l'invertine.

Nous possédons plus de vingt cas de libération lente. Mais nous insistons sur le fait que, dans le sang normal, la libération du sucre est complète en 15 minutes, *in vitro* (1).

La fibrine la favorise beaucoup (2): si, aussitôt après la défibrination, on filtre une partie du sang et que l'on porte les deux échantillons à 58°, pendant 15 minutes celui qui est en contact avec la fibrine est généralement plus riche en sucre. La différence est au moins de 0g,15 à 0g,20 (3).

Mais, si l'on opère sur du sang veineux et particulièrement sur certains sangs pathologiques, la fibrine peut produire un effet inverse, c'est-à-dire qu'après 15 minutes à 58° et surtout 45 minutes plus tard, on constate souvent que le sang défibriné, en contact avec la fibrine, a perdu une notable quantité de sucre, tandis que la perte est beaucoup moindre dans le sang dont la fibrine a été retenue sur le filtre. D'après nos recherches très nombreuses à cet égard, cette perte s'explique par l'action de ferments signalés par Mme Sieber, qui sont beaucoup plus abondants dans certains sangs pathologiques que dans le sang normal, et résistent à une température supérieure à 58° (4).

On voit quelle perturbation ils apportent dans la détermination exacte de la quantité de sucre libéré après la sortie du sang hors du vaisseau, et, par conséquent, dans la détermination de la glycolyse réelle, *normale* (5),

(1) On sait, par nos recherches antérieures (*Comptes rendus*, 21 septembre 1903), que, dans le sang circulant à travers le poumon de l'animal vivant, elle peut atteindre, en quelques secondes, au moins 0g,20 de glycose pour 1000g de sang.

(2) Nous disons la *fibrine*, mais il est bien probable qu'elle agit par les ferments issus des globules blancs qu'elle retient.

(3) Il en est de même si, au lieu de sang, on se sert de sérum.

(4) Sieber, *Zeitschrift für physiolog. Chemie*, t. XXXIX, 1903 et t. XLIV, 1905.

(5) On sait que, pour déterminer la glycolyse réelle, *in vitro*, nous soustrayons de la

c'est-à-dire de la glycolyse qui se fait pendant une heure, *in vitro*, à la température physiologique. C'est en partie pour n'avoir pas connu cette cause perturbatrice que plusieurs auteurs ont, sans fondement sérieux, contesté l'exactitude de faits positifs indiqués il y a 18 ans par l'un de nous, en collaboration avec M. Barral ([1]).

On peut atténuer dans une certaine mesure l'action glycolytique perturbatrice des ferments de Mme Sieber, en recevant le sang dans une solution d'acétate de soude, maintenue préalablement dans le bain-marie à 58°. L'acétate de soude gêne, à la vérité, la libération du glycose; mais il s'oppose surtout à la glycolyse. Sa présence réduit donc, d'une manière avantageuse, la destruction du glycose.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Secrétaire perpétuel, en remplacement de M. *Marcelin Berthelot*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 63,

M. de Lapparent obtient	45	suffrages
M. H. Becquerel »	13	»
M. H. Poincaré »	2	»
M. Mascart »	1	»
M. Perrier »	1	»

Il y a un bulletin blanc.

M. DE LAPPARENT, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques.

Son élection sera soumise à l'approbation du Président de la République.

---

quantité de sucre existant dans un échantillon de sang à 58° celle qui subsiste dans un autre échantillon après 1 heure à 39°.

([1]) Voir l'article GLYCOLYSE du *Dictionnaire de Physiologie* de CH. RICHET. Mais, cet article ayant été rédigé il y a plus de 4 ans, beaucoup d'additions seraient nécessaires.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à l'élection d'un Membre libre, en remplacement de M. *A. Laussedat*, décédé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 72,

M. Carpentier	obtient......	47 suffrages
M. Cornil	»	22 »
M. Teisserenc de Bort	»	2 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Carpentier**, ayant réuni la majorité des suffrages, est proclamé élu.

Son élection sera soumise à l'approbation du Président de la République.

PLIS CACHETÉS.

M. **Albert Granger** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 5 novembre 1906 et inscrit sous le n° 7157.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient la Note suivante :

CHIMIE PHOTOGRAPHIQUE. — *Sur l'emploi du permanganate de potassium comme éliminateur de l'hyposulfite de sodium en photographie.*

La conservation des épreuves photographiques, tant positives que négatives, obtenues au moyen des sels d'argent, est subordonnée à l'élimination totale, dans la couche ayant supporté la préparation sensible, de l'hyposulfite de sodium employé pour le fixage. Ce dernier ne peut être enlevé que par des lavages nombreux méthodiquement exécutés.

Dans ces dernières années, on a proposé de détruire l'hyposulfite en excès restant dans l'épreuve fixée à l'aide d'un oxydant convenable; les perborates et persulfates ont été préconisés et employés avec succès. Ces sels ont plusieurs inconvénients : leur prix qui est relativement un peu élevé, l'action dégradante qu'ils peuvent exercer à la longue sur l'épreuve si on laisse leur action se prolonger trop longtemps et l'absence de critérium simple permettant de juger du moment où l'oxydation de l'hyposulfite est terminée.

Le permanganate de potassium permet de réaliser facilement le départ de l'hyposulfite en laissant des traces visibles de son action; le prix modique du produit donne la latitude, en outre, d'opérer dans des conditions exceptionnelles de bon marché avec un corps facile à se procurer.

L'épreuve sortant du bain d'hyposulfite est d'abord rincée deux à trois fois pendant 30 secondes à 1 minute. Ces lavages rapides enlèvent une quantité très appréciable d'hyposulfite; il est inutile de les effectuer dans l'eau courante. Après cela on introduit l'épreuve dans une cuvette, de préférence en porcelaine ou en verre, et l'on verse, pour la dimension 13×18, 10^{cm^3} d'une solution à 1^g par litre de permanganate étendu à 250^{cm^3}. La liqueur se décolore en passant au brun clair et l'on réitère le traitement jusqu'à ce que le permanganate reste inaltéré. Si l'on arrêtait là le traitement on s'exposerait à laisser du permanganate dans l'épreuve et par suite à des brunissements locaux de l'image. On passe alors l'épreuve dans un bain d'acide oxalique à 1 pour 100 qui détruit le permanganate et dissout le voile brun qui se produit quand on laisse l'épreuve trop longtemps dans un bain de permanganate à la fin du traitement. Au bout de quelques minutes on procède au rinçage. Il est facile de juger de la fin du lavage; tant qu'il reste de l'acide oxalique dans l'épreuve, l'eau de rinçage sort trouble quand on emploie l'eau ordinaire.

J'ai essayé un autre mode opératoire qui, plus simple en pratique, m'a semblé moins sûr pour l'avenir des épreuves. A la solution étendue de permanganate on ajoute une solution étendue d'un sel acide, tel qu'un bisulfate alcalin; dans ces conditions le permanganate est réduit sans brunissement, l'oxyde étant redissous au fur et à mesure. Ce traitement n'exige qu'un seul bain, mais il a l'inconvénient d'introduire un sel acide dont l'élimination est moins facile à reconnaître que celle de l'acide oxalique et dont la présence dans la gélatine et le papier, par suite d'un mauvais lavage, aurait plus de chances de gâter l'épreuve que celle de l'acide oxalique.

Je n'ai pas constaté d'altérations sur les clichés et les épreuves au gélatinobromure abandonnés pendant 1 heure à l'action de la solution de permanganate. Les épreuves positives obtenues par noircissement direct à la lumière du jour, puis virage, m'ont semblé plus délicates. Il est donc prudent de ne pas exagérer la durée du traitement, ce qui est inutile du reste.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète nouvelle ZB faites à l'Observatoire de Marseille (équatorial d'Eichens de* $0^m,26$ *d'ouverture).* Note de M. COGGIA.

Dates. 1907.	Temps moyen de Marseille.	ΔR.	ΔP.	Nombre de comp.	R app.	Log fact. parall.	P app.	Log. fact. parall.	★
Mai 3...	h m s 11.29.38	m s −3.45,07	′ ″ +1.17,5	5:5	h m s 13.32.59,96	$\bar{2}$,871	° ′ ″ 98.15.25,0	$0,837_n$	1
» 3...	12.53.47	−3.48,27	+1.21,6	5:5	13.32.56,76	$\bar{1}$,249	98.15.29,1	$0,831_n$	2
» 4...	9.45.11	−4.34,31	+2.21,4	5:5	13.32.10,72	$\bar{1},055_n$	98.16.28,9	$0,837_n$	3
» 8...	11.38.39	+0.57,16	−1.20,9	5:5	13.28.42,25	$\bar{1},130_n$	98.21.44,1	$0,837_n$	4
» 9...	10.16. 1	+0.11,56	−0. 2,0	8:8	13.27.56,65	$\bar{2},080_n$	98.23. 3,0	$0,840_n$	5
» 10...	9.20.55	−0.34,79	+1.21,2	5:5	13.27.10,30	$\bar{1},023_n$	98.24.26,2	$0,838_n$	6

La planète est de 11e grandeur.

Positions des étoiles de comparaison.

★	Gr.	Asc. droite moyenne 1907,0.	Réduction au jour.	Dist. polaire moyenne 1907,0.	Réduction au jour.	Autorités.
1....	5,4	h m s 13.36.43,75	s +1,28	° ′ ″ 98.14. 2,1	″ +5,4	*Connaissance des Temps* (*m* Vierge).
2....	»	»	+1,28	»	+5,4	» » »
3....		»	+1,28	»	+5,4	» » »
4....	10	13.27.43,80	+1,29	98.22.59,7	+5,3	Auxiliaire rapportée à *m* Vierge.
5....	»	»	+1,29	»	+5,3	» » »
6....	»	»	+1,29	»	+5,3	» » »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'expédition au Turkestan pour l'observation de l'éclipse solaire du 14 janvier 1907.* Note de M. MILAN ŠTEFÁNIK, présentée par M. J. Janssen.

J'ai quitté Paris vers la fin du mois de novembre 1906 pour me rendre au Turkestan, où je devais observer une éclipse totale du Soleil. Je me suis dirigé d'abord vers Saint-Pétersbourg et j'ai trouvé, à l'Observatoire de

Poulkow, un excellent accueil de la part du Directeur, M. Backlund et de M. Hansky.

Après avoir traversé Moscou, Samara-Orenbourg et les immenses steppes je suis arrivé à Tachkent et bientôt après à Cernajevo, la dernière station du chemin de fer. De là se firent le voyage et le transport des bagages en caravane.

Les membres de l'expédition de l'Observatoire de Poulkow (MM. Belopolsky, Hansky, Wittram) m'ont gracieusement proposé de m'installer au même endroit qu'eux-mêmes, c'est-à-dire à Ura-Tjnbe, une petite ville sarte, à la hauteur de 1000^m. L'installation des instruments (spectroscope, spectrographe, chambre photographique, etc.) s'est faite par un temps très beau et j'espérais accomplir ma tâche dans les mêmes conditions.

Malheureusement le sort ne nous fut pas favorable, ni à aucune des expéditions. La neige commença à tomber la veille de l'éclipse et continua presque sans interruption jusqu'au lendemain soir. J'ai pu voir seulement le croissant du Soleil 12 minutes avant le troisième contact.

L'obscurité n'était pas complète pendant la phase totale. La couleur ambiante du Ciel et de la Terre était d'un bleu violacé. Le passage de l'ombre de la Lune a été très nettement visible sur la légère couche de nuages.

Le phénomène était d'une beauté impressionnante, mais aucun point de mon programme scientifique n'a pu être réalisé.

Comme le voyage de retour par la mer Noire présentait plus de difficultés, j'ai préféré revenir en France par Saint-Pétersbourg.

Qu'il me soit permis de remercier ici M. Darboux, Président du Bureau des Longitudes; M. Janssen, Directeur des Observatoires de Meudon et du mont Blanc, ainsi que M. Bigourdan, qui ont bien voulu patronner ma mission et me procurer tous les moyens matériels dont j'avais besoin.

ARITHMÉTIQUE. — *Sur les fractions continues arithmétiques et les nombres transcendants.* Note de M. **Ed. Maillet**, présentée par M. Jordan.

Soit une fraction continue illimitée

$$J = a_0 + 1 : a_1 + 1 : a_2 + \ldots,$$

où $a_i = b_i c_i^{-1}$, b_i, c_i entiers > 0.

I. En s'appuyant sur les deux premières classifications des suites de

quantités positives que j'ai indiquées antérieurement ([1]), on obtient les résultats suivants :

Quand la suite des c_n est d'ordre moindre que $+\infty$ (c'est-à-dire $c_n \leqq e_k(n)$, k entier positif assez grand et fixe quel que soit n) dans l'une ou l'autre classification, J *est un nombre transcendant de Liouville :* 1° *si l'ordre* (k, ρ) *de la suite des* b_n *est plus grand que l'ordre de la suite des* c_n, *et si* $(k, \rho) > (3, 0)$ *dans la première classification, ou* $(k, \rho) > (2, 1)$ *dans la deuxième;* 2° *si l'ordre de la suite des* b_n *est* $+\infty$ *dans l'une ou l'autre classification*.

En particulier, dans la première classification, la suite des c_n étant d'ordre $< (3, 0)$, J est un nombre de Liouville quand la suite des a_n est d'ordre $> (3, 0)$.

Il y a des extensions au cas où l'ordre de la suite des c_n est infini.

On peut d'ailleurs montrer qu'il y a d'autres catégories de fractions continues J qui sont des nombres de Liouville et pour lesquelles l'ordre (k, ρ) de la suite des b_n, plus grand que celui de la suite des c_n, est tel que $(2, \infty > k, \rho) > 2, 0)$ dans la première classification, ou $(2, 1) \geqq (k, \rho) > (1, 1)$ dans la deuxième.

Dans les cas considérés, la fraction J est forcément convergente. Lorsqu'elle est divergente, on peut choisir les a_n et les b_n, de façon que les deux limites distinctes, vers lesquelles tendent les pseudoréduites ([2]) d'ordre pair et impair respectivement, soient des nombres transcendants de Liouville.

II. Lorsque la suite des a_i est quasi-périodique, avec $a_i \geqq 1$, soit τ_n la période du $n^{\text{ième}}$ système de périodes, laquelle a λ_n termes, et se présente k_n fois consécutivement, α_n le nombre des termes de la partie non périodique précédant les périodes. Si, pour une infinité de valeurs de n, k_n est *assez grand* par rapport à α_n, λ_n, b_i, c_i $(i = 0, 1, 2, \ldots, \alpha_n + \lambda_n)$: 1° J ne peut être qu'*un nombre rationnel, quadratique ou transcendant;* 2° quand on a de plus $b_j \geqq c_j c_{j-1}$ ([3]), J ne peut être qu'*un nombre quadratique ou*

([1]) *Introduction à la théorie des nombres transcendants,* p. 8, 219 [note ([1])], 228 et 237. Paris, Gauthier-Villars; 1906.

([2]) Pour éviter des confusions, j'appelle *pseudoréduites* de J les quantités

$$J_n = a_0 + 1 : a_1 + \ldots + 1 : a_n.$$

([3]) La suite des c_n étant donnée, on peut toujours trouver, quand on suppose $b_j \geqq c_j c_{j-1}$, pour tout nombre positif, un développement en fraction continue

transcendant dont le développement en fraction continue ordinaire (à quotients incomplets entiers) *est périodique ou quasi-périodique;* 3° quand, de plus encore, pour une infinité de valeurs de j, $b_j > \alpha(c_0 c_1 \ldots c_j)^2$, si grand que soit α (par exemple quand $b_j > \alpha^j$ pour une infinité de valeurs de j et que c_m est limité supérieurement quel que soit m), J est *un nombre transcendant dont le développement en fraction continue ordinaire est quasi-périodique.*

III. L'étude des fractions continues

$$K = g_0 + h_1 : g_1 + h_2 : g_2 + \ldots,$$

où les g_i, h_i sont positifs, se ramène facilement à celle des fractions J; si $a_i = g_i \frac{h_{i-1} h_{i-3} \ldots}{h_i h_{i-2} \ldots}$, $a_0 = g_0$, $a_1 = g_1 h_1^{-1}$, on a $K = a_0 + 1 : a_1 + 1 : a_2 + \ldots$, g_0 étant rationnel, et les g_i, h_i entiers > 0 :

1° K *est un nombre transcendant de Liouville quand l'ordre de la suite des* h_i *est plus petit que* $+\infty$ *et que celui de la suite des* g_i, *pourvu que ce dernier soit* $> (3, 0)$ *dans la première classification et* $> (2, 1)$ *dans la deuxième.*

2° Quand les suites des g_i $(i > 0)$ et des h_i sont quasi-périodiques, de façon qu'à la fois dans les deux suites, pour une infinité de valeurs de n, le $n^{\text{ième}}$ système de périodes suive α_n termes considérés comme non périodiques, et comprenne k_n périodes d'un nombre *impair* λ_n de termes,

$$a_0 + 1 : a_1 + 1 : a_2 + \ldots$$

est lui-même quasi-périodique; on peut lui appliquer ce qui précède.

Les résultats ci-dessus seront exposés ailleurs plus en détail.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la convergence en moyenne.* Note [1] de M. **Ernst Fischer**, présentée par M. Émile Picard.

Le 11 mars, M. Riesz a présenté à l'Académie une Note sur les systèmes orthogonaux de fonctions (*Comptes rendus*, 18 mars 1907). J'étais arrivé au même résultat et je l'ai démontré dans une conférence faite à la Société mathématique à Brünn, déjà le 5 mars. Ainsi mon indépendance est évidente, mais la priorité de la publication revient à M. Riesz. Je me permets

---

$a_0 + 1 : a_1 + 1 : a_2 + \ldots$ unique, caractéristique du nombre J, et qui ne peut être illimité que si J est irrationnel.

[1] Présentée dans la séance du 29 avril 1907.

de donner ici ma démonstration, différente de celle de M. Riesz : pour moi le théorème est un cas particulier d'un théorème général sur la convergence en moyenne des séries.

Soit Ω l'ensemble des fonctions réelles f d'une variable réelle x telles que f et f^2 soient sommables (LEBESGUE, *Leçons sur l'intégration*, p. 115) dans un intervalle fini (a, b). Le produit $\varphi\psi$ de deux fonctions de Ω est toujours sommable et l'on a

$$(1) \qquad \left(\int_a^b \varphi\psi\, dx\right)^2 \leqq \int_a^b \varphi^2\, dx \int_a^b \psi^2\, dx,$$

relation connue que l'on peut aussi écrire

$$(2) \qquad \left[\int_a^b (\varphi+\psi)^2\, dx\right]^{\frac{1}{2}} \leqq \left(\int_a^b \varphi^2\, dx\right)^{\frac{1}{2}} + \left(\int_a^b \psi^2\, dx\right)^{\frac{1}{2}}.$$

Définitions. — I. Une suite $f_1, f_2, \ldots$ de fonctions appartenant à Ω est dite *convergente en moyenne* si l'on a

$$\lim_{m,n=\infty} \int_a^b (f_m - f_n)^2\, dx = 0.$$

II. Elle *converge en moyenne vers une fonction* f de Ω si l'on a

$$\lim_{n=\infty} \int_a^b (f - f_n)^2\, dx = 0;$$

nous écrirons alors l'« équivalence » $\lim f_n \sim f$, ce qui n'implique pas l'existence d'une limite au sens ordinaire du mot. Chaque fonction de Ω ne différant de f que sur un ensemble de points de mesure nulle (p. 106, *loc. cit.*) (nous appelons de telles fonctions $\sim f$ ou « *essentiellement* égales » à f) jouit de la même propriété relative à la suite f_n, et inversement.

THÉORÈME. — *Si une suite de fonctions appartenant à Ω converge en moyenne, il existe dans Ω une fonction f vers laquelle elle converge en moyenne.*

Démonstration. — Soit $f_1, f_2, \ldots$ une suite de fonctions de Ω qui converge en moyenne. D'après (1) et (2) les limites

$$\lim_{n=\infty} \int_a^x f_n\, dx = \mathrm{F}(x), \qquad \lim_{n=\infty} \int_a^x f_n^2\, dx = \theta(x)$$

existent et définissent des fonctions continues. $\theta(x)$ est monotone; nous montrerons

que $F(x)$ est à variation bornée et que, de plus,

$$(3) \qquad \lim \Sigma |F(x_n + h_n) - F(x_n)| = 0 \qquad \text{pour} \qquad \lim \Sigma h_n = 0,$$

en désignant par les $(x_n, x_n + h_n)$ un système fini d'intervalles situés dans (a, b) et sans points intérieurs communs $(n = 1, 2, \ldots; h_n > 0)$. En effet, d'après (1), on a

$$(4) \qquad [F(x+h) - F(x)]^2 \leqq h[\theta(x+h) - \theta(x)] \qquad \text{pour} \qquad h > 0,$$

d'où, en posant $h_n = u_n^2$, $\theta(x_n + h_n) - \theta(x_n) = v_n^2$,

$$[\Sigma |F(x_n + h_n) - F(x_n)|]^2 \leqq (\Sigma u_n v_n)^2 \leqq \Sigma u_n^2 \Sigma v_n^2 \leqq \Sigma h_n . \theta(b).$$

Soit $f(x)$ le nombre dérivé supérieur à droite de $F(x)$ pour tous les points sur lesquels ce nombre est fini, $f(x) = 0$ pour les autres points (ensemble de mesure nulle). $f(x)$ et $\mathfrak{I}(x)$, déduite de la même manière de $\theta(x)$, seront sommables (voir Lebesgue), et, puisque, en vertu de (4) $f^2 = \mathfrak{I}$ (sauf pour un ensemble de mesure nulle), f^2 est sommable, f dans Ω. Or (3) nous assure (*loc. cit.*, p. 123) que

$$\int_a^x f\,dx = F(x) \qquad \text{ou} \qquad \lim_{n=\infty} \int_a^x f_n\,dx = \int_a^x f\,dx,$$

et certaines transformations, simples mais importantes, des définitions I, II montrent que f_n converge en moyenne vers f.

Soit dans Ω un ensemble dénombrable $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \ldots$, et soit

$$\int_a^b \varphi_m \varphi_n\,dx = 0 \qquad \text{pour} \qquad m \neq n, \qquad \int_a^b \varphi_n^2\,dx = 1.$$

Si la série à termes constants non négatifs $a_1^2 + a_2^2 + \ldots$ converge, $a_1\varphi_1 + a_2\varphi_2 + \ldots$ convergera en moyenne, et le théorème démontré prouve l'existence d'une fonction φ de Ω essentiellement déterminée, pour laquelle

$$\varphi(x) \sim a_1\varphi_1(x) + a_2\varphi_2(x) + \ldots.$$

Or, d'après (1), on peut calculer les a_n par la méthode classique, donc

$$(5) \qquad a_n = \int_a^b \varphi\varphi_n\,dx,$$

le théorème énoncé déjà par M. Riesz est démontré.

Parmi les solutions φ de (5) nous avons signalé une *solution principale*, ce qui est important pour certaines applications; pour la recherche des autres solutions, on se servira d'une autre application de notre théorème général : que l'on peut toujours adjoindre $\psi_1, \psi_2, \ldots$ telles que $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \psi_1, \psi_2, \ldots$ soit un ensemble *complet*.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Méthode générale pour la résolution du problème de Dirichlet.* Note de M. S. BERNSTEIN, présentée par M. Émile Picard.

1. En publiant en langue russe un Mémoire étendu sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du type elliptique, je me permets de résumer ici quelques résultats nouveaux que j'ai obtenus.

Je mentionnerai d'abord que les séries *normales* qui jouent un rôle considérable dans mes recherches peuvent être également employées pour représenter les fonctions dites *arbitraires*.

Toute fonction admettant une dérivée première finie est développable en série normale (absolument et uniformément convergente). Supposons pour fixer les idées $f(1) = f(0) = f'(1) = f'(0) = 0$, on aura sur le segment O1

$$f(x) = \sum_p^\infty \sum_q^\infty A_{p,q} x^p (1 - x^2)^q \qquad (p + q \geqq 2),$$

où $A_{p,q}$ est donnée par la formule

$$A_{p,q} = \frac{1.3\ldots[2(p+q)-3]}{p!\,q!\,2^{q+1}} \int_0^1 f'(\alpha)\, d\frac{\alpha^p}{(1+\alpha^2)^{p+q-\frac{1}{2}}}.$$

2. Mais j'ai hâte de passer au problème de l'intégration des équations du type elliptique. On sait que, d'après la méthode paramétrique, toute la difficulté de ce problème, lorsqu'on se donne les conditions aux limites dites *de Dirichlet*, est de pouvoir limiter *a priori* les dérivées successives jusqu'à un certain ordre de la solution (dont on admet l'existence) au moyen des données sur le contour. Dans notre étude actuelle nous supposons la solution elle-même donnée sur le contour, pourtant, les mêmes principes s'appliquant dans les cas les plus généraux, nous croyons utile d'indiquer les trois principes qui donnent un moyen uniforme pour la limitation des dérivées successives :

Bornons-nous, pour fixer les idées, à l'équation

$$(1) \qquad Ar + 2Bs + Ct = D \qquad (AC - B^2 = 1),$$

où A, B, C, D sont des fonctions analytiques de x, y, p, q $\left(\text{D peut contenir également } z \text{ avec la condition } \frac{\partial D}{\partial z} \geqq 0\right)$.

Premier principe. — *Si, à l'intérieur d'une certaine région* S, *la solution* z (*supposée régulière*), *ainsi que ses dérivées* p *et* q, *est inférieure à un nombre fixe* M, *il est possible de fixer un nombre* M_n *tel que les dérivées de* z, *d'ordre inférieur à* n, *soient toutes inférieures à* M_n *en un point quelconque d'une région déterminée quelconque* Σ *intérieure à* S.

Ce principe indépendant des données sur le contour est une conséquence de considérations analogues à celles que j'ai employées dans ma thèse pour prouver la nature analytique de la solution; il n'y a que cette différence : à la place des *normes constantes* j'introduis des *normes variables* qui deviennent en général *infinies* sur le contour; je les appelle, pour certaines raisons, *normes harmoniques*.

Deuxième principe. — *Si, dans l'équation* (1), *on ne suppose même pas les fonctions* A, B, C, D *dérivables; mais, si l'on admet que, pour* p *et* q *infinis,* D *ne croît pas plus vite que les carrés de* p *et* q, *on peut limiter* p *et* q *sur le contour* (*supposé circulaire*) *dans le cas où la solution* z *considérée comme fonction de l'arc* θ *sur ce contour admet des dérivées des deux premiers ordres* $\frac{\partial z}{\partial \theta}$ *et* $\frac{\partial^2 z}{\partial \theta^2}$.

Ce nouveau principe doit, naturellement, être convenablement modifié dans le cas où les données sur le contour sont différentes. Sa démonstration, comme celle du troisième principe, repose sur un changement de fonctions qui permet de modifier à volonté le signe du second membre. En différentiant l'équation (1) par rapport à θ et en formant l'équation en $z_1 = \frac{\partial z}{\partial \theta}$, nous nous trouvons précisément dans les conditions exigées par le deuxième principe [pourvu qu'on tienne compte du premier principe et que l'on admette que p et q soient finies, ce qui aura lieu en particulier si, dans l'équation (1), qu'on intègre, D ne croît pas plus vite que p^2 et q^2].

Troisième principe. — *En conservant les hypothèses précédentes, mais en admettant en outre l'existence des dérivées premières de* A, B, C, D, *on peut former une fonction* $\varpi = \lambda(p^2 + q^2)$, *où* λ *est une certaine fonction positive de* z (*qu'il est inutile d'écrire*) *telle que* ϖ *ne peut pas avoir de maximum supérieur à un nombre fixe.*

L'application de ce principe est indépendante des données sur le contour. Il peut être appliqué à l'équation à laquelle satisfait p.

En différentiant successivement on rencontre toujours des équations auxquelles s'appliquent les deux derniers principes.

Nous arrivons donc en particulier à cette conséquence :

Le problème de Dirichlet est possible pour l'équation (1) *pourvu que* D *ne croisse pas plus vite que* $p^2 + q^2$.

Telle est par exemple l'équation

$$\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} = \text{const.} \quad \text{ou} \quad \frac{(1+q^2)r - 2pqs + (1+p^2)t}{\sqrt{1+p^2+q^2}} = \text{const.}(1+p^2+q^2).$$

Je n'insiste pas sur la nature du contour et de la valeur de la fonction sur le contour, ainsi que sur la nature des coefficients A, B, C, D.

Je remarquerai seulement qu'on passe du cas analytique aux cas non analytiques au moyen des mêmes principes par l'application du théorème de Weierstrass.

Il n'est pas sans intérêt de constater d'ailleurs que le problème de Dirichlet pour l'équation de Laplace dans une aire quelconque (non circulaire) peut être également résolu par la méthode paramétrique.

NOMOGRAPHIE. — *Sur la représentation des équations d'ordre nomographique 4 à 3 et 4 variables.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**, présentée par M. G. Humbert.

M. Soreau, après avoir remarqué que toute équation d'ordre nomographique 4 à 4 variables z_1, z_2, $z_{1'}$, $z_{2'}$ pouvait toujours se mettre sous la forme

$$(1) \qquad f_1 f_2 f_3 f_4 + \Sigma \beta_{ij} f_i f_j + \Sigma \gamma_i f_i + \delta = 0,$$

avait trouvé, pour que l'équation fût représentable par double alignement, les conditions nécessaires

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_2} = \frac{\beta_{13}}{\beta_{23}} = \frac{\beta_{14}}{\beta_{24}},$$
$$\frac{\gamma_3}{\gamma_4} = \frac{\beta_{13}}{\beta_{14}} = \frac{\beta_{23}}{\beta_{24}}.$$

M. Clark, après avoir remarqué que ces conditions, pouvant s'écrire

$$\frac{\gamma_1\gamma_3}{\beta_{13}} = \frac{\gamma_1\gamma_4}{\beta_{14}} = \frac{\gamma_2\gamma_3}{\beta_{23}} = \frac{\gamma_2\gamma_4}{\beta_{24}},$$

se réduisaient à trois, y a ajouté celle-ci : que la valeur commune de ces rapports doit être égale à

$$k = \delta - \beta_{12}\beta_{34},$$

moyennant quoi les conditions sont non seulement nécessaires, mais suffisantes, car l'équation (1) peut alors s'écrire

$$\frac{f_1 f_2 + \beta_{34}}{\gamma_1 f_1 + \gamma_2 f_2 + k} = - \frac{\gamma_3 f_3 + \gamma_4 f_4 + k}{k f_3 f_4 + k \beta_{12}}.$$

Partant de là, M. Soreau a fait cette ingénieuse remarque que l'on pouvait, en appelant f la valeur commune de ces deux rapports, représenter chacune des équations

$$\gamma_2 f_2 f + \gamma_1 f f_1 - f_1 f_2 + k f - \beta_{34} = 0, \tag{2}$$

$$k f_3 f_4 f + \gamma_3 f_3 + \gamma_4 f_4 + k \beta f + k = 0, \tag{3}$$

par un nomogramme conique en faisant coïncider à la fois les supports coniques et rectilignes de chacun d'eux. Soient **C** le support conique unique, **D** le support rectiligne qui coupe **C** en I et J.

Dans le cas général, l'échelle f de chaque nomogramme partiel aura **D** pour support, mais *ces échelles seront distinctes*, à un même point de **D** correspondront des cotes différentes pour l'une et pour l'autre.

Pour que ces échelles soient identiques, il faut et il suffit qu'elles aient même cote en deux points quelconques de **D**, par exemple en I et J. Or, ces cotes, ce sont les valeurs critiques de f correspondant d'une part à l'équation (2), de l'autre à l'équation (3).

D'après le résultat que nous avons précédemment obtenu (¹), ces valeurs critiques sont données respectivement par

$$\gamma_1 \gamma_2 \sigma^2 + k\sigma - \beta_{34} = 0$$

et

$$k^2 \beta_{12} \sigma^2 + k^2 \sigma - \gamma_3 \gamma_4 = 0.$$

Les conditions de coïncidence des deux échelles sont donc

$$\frac{\gamma_1 \gamma_2}{k^2 \beta_{12}} = \frac{1}{k} = \frac{\beta_{34}}{\gamma_3 \gamma_4}$$

ou

$$\frac{\gamma_1 \gamma_2}{\beta_{12}} = \frac{\gamma_3 \gamma_4}{\beta_{34}} = k.$$

Ce sont bien celles auxquelles M. Soreau était parvenu par une voie purement algébrique.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1er semestre 1907, p. 190.

En résumé, les conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation (1) soit représentable par double alignement au moyen de quatre échelles (z_1), (z_2), (z_3), (z_4) portées par une même conique **C** (la droite **D** formant la ligne des pivots ou charnière) sont :

$$\frac{\gamma_1\gamma_3}{\beta_{13}} = \frac{\gamma_1\gamma_4}{\beta_{14}} = \frac{\gamma_2\gamma_3}{\beta_{23}} = \frac{\gamma_2\gamma_4}{\beta_{24}} = \frac{\gamma_1\gamma_2}{\beta_{12}} = \frac{\gamma_3\gamma_4}{\beta_{34}} = \delta - \beta_{12}\beta_{34}.$$

Il suffit maintenant de rejeter, par homographie, la droite **D** à l'infini, de façon que les points I et J viennent en coïncidence avec les ombilics du plan, pour que : 1° le support unique des quatre échelles devienne un cercle; 2° les alignements (z_1, z_2), (z_3, z_4) par lesquels se fait la lecture du nomogramme deviennent parallèles. On retrouve ainsi le type du nomogramme circulaire à alignements parallèles de M. Soreau.

Nous ferons enfin remarquer que la notion des valeurs critiques rend à peu près intuitif le théorème de M. Clark sur la possibilité de réduire à un nomogramme de genre 1 une équation d'ordre nomographique 4 à 3 variables. En effet, une telle équation peut toujours s'écrire

$$f_3(a_0 f_1 f_2 + a_1 f_1 + a_2 f_2 + a_3) + g_3(b_0 f_1 f_2 + b_1 f_1 + b_2 f_2 + b_3)$$
$$+ h_3(c_0 f_1 f_2 + c_1 f_1 + c_2 f_2 + c_3) = 0.$$

Si le nomogramme qui la représente comporte deux échelles rectilignes, les valeurs de f_1 et f_2 correspondant à leur point de rencontre seront critiques, autrement dit, ces valeurs devront annuler les coefficients de f_3, g_3, h_3. Il y aura donc une condition requise pour leur existence, savoir que le résultant, fourni par l'élimination de f_1 et f_2 entre les trois équations ainsi obtenues, soit identiquement nul.

Or, il est bien facile de former ce résultant par un procédé qui nous a déjà servi plusieurs fois dans notre *Traité de Nomographie* (p. 113 et 236). Si l'on représente par D le déterminant

$$\begin{vmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{vmatrix}$$

et par D_i ce que devient ce déterminant lorsqu'on y remplace a_i, b_i, c_i par a_0, b_0, c_0, ce résultant s'écrit

$$DD_3 - D_1 D_2 = 0.$$

C'est précisément la condition à laquelle M. Clark est parvenu par une voie bien plus laborieuse.

MÉCANIQUE. — *Sur la résistance de l'air au mouvement des corps.* Note [1] de M. **Canovetti**, présentée par M. Maurice Levy.

Mes précédentes expériences sur la résistance de l'air ont été poussées jusqu'à des vitesses de 30^{m} à 32^{m}, mais avec des surfaces de résistance ne dépassant pas $2^{m^2},35$. Depuis, me servant d'un chemin de fer funiculaire à la pente de 55 pour 100, j'ai pu faire manœuvrer jusqu'à 3^{m^2} à des vitesses de 5^{m} à 16^{m} à la seconde. En groupant graphiquement les résultats de ces expériences que je poursuis depuis 1898, on trouve que, sauf pour les surfaces de plus de 6^{m^2}, qui éprouvent une résistance un peu moindre, la loi qui représente le mieux l'ensemble des résultats est :

$$R = 0,0324\,V^2 + 0,432\,V;$$

les coefficients sont ceux réduits à 760^{mm} et à $10°$, car les dernières expériences ont été obtenues à plus de 500^{m} d'altitude pour laquelle la formule est $N = 0,03\,V^2 + 0,4\,V$.

Quant aux surfaces avec angle d'incidence, la loi du sinus donne des résultats notablement supérieurs à ceux de l'expérience. Comme la résistance normale varie avec la vitesse, il est plus simple d'exprimer le rapport de la résistance oblique R' à la normale R en prenant les valeurs du sinus comme abscisses. La courbe de ce rapport est comme une chaînette en dessous de la droite oblique qui représente la loi du sinus. Pour la valeur nulle du sinus la chaînette ne passe pas par le point d'ordonnée nulle, la différence est due au frottement de l'air et à l'épaisseur du plan. Pour ce frottement j'ai trouvé le coefficient 0,00012 sur chaque face en le supposant proportionnel au carré de la vitesse.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Vitesses de détonation des explosifs.* Note de M. **Dautriche**, présentée par M. Vieille.

Nous avons appliqué à l'étude de divers explosifs une méthode précédemment donnée [2] pour la mesure des vitesses de détonation ; une légère

---

[1] Présentée dans la séance du 6 mai 1907.

[2] *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 641.

modification a permis de supprimer les tubes compensateurs de retards et, dans certains cas, on a pu réduire à quelques centimètres la longueur des cartouches expérimentées; on a utilisé dans ces essais un lot de cordeau détonant, très régulier, accusant au chronographe Schülz une vitesse de 6880^m par seconde. D'autre part, connaissant les vitesses de détonation, on a pu étudier la signification des mesures empiriques de la brisance basées sur la détermination des écrasements ou des évasements de blocs de plomb. La présente Note a pour objet de communiquer les résultats obtenus jusqu'ici.

Variation des vitesses de détonation avec la densité. — Lorsqu'on comprime un explosif sous des densités croissantes, la vitesse de détonation augmente d'abord, passe par un maximum pour une densité Δ', puis diminue pour des valeurs de la densité supérieures à Δ'. La partie descendante de la courbe présente une allure asymptotique.

Cette loi a été vérifiée pour diverses cheddites à base de chlorate de potasse, de chlorate de soude ou de perchlorate d'ammoniaque, pour la grisounite Favier (nitrate d'ammoniaque et trinitronaphtaline), pour la grisoutine couche (nitrate d'ammoniaque et nitroglycérine) et pour la dynamite n° 1 (nitroglycérine et gühr).

Les vitesses trouvées pour la dynamite n° 1 (nitroglycérine et gühr) dans des tubes de zinc de 20^{mm} de diamètre et 10^{cm} environ de longueur utile, sont les suivantes :

Δ.....	0,63	0,79	0,85	1,34	1,54	1,62	1,69	1,71	1,74
V.....	1991^m	2397^m	2563^m	3670^m	5230^m	6794^m	4207^m	2460^m	raté

Les explosifs difficilement compressibles, tels que le coton-poudre et l'acide picrique, donnent, surtout aux faibles densités, les plus grandes vitesses de détonation.

Culots en trous de mine. — Dans la partie montante de la courbe (V, Δ), la sensibilité, définie par le poids de fulminate du détonateur nécessaire pour faire détoner une cartouche, est sensiblement constante; au contraire, la sensibilité diminue très rapidement dans la partie descendante de la courbe. Les vitesses de détonations sont d'ailleurs les mêmes à l'air libre et dans le sol; de sorte qu'en trou de mine, pour des densités d'explosif supérieures à Δ', il est nécessaire de renforcer les amorçages si l'on veut éviter les détonations incomplètes. La détermination de la courbe (V, Δ) donne ainsi la région des culots en trous de mine.

Vitesse de propagation des discontinuités produites par la détonation de cartouches explosives. — On a mesuré la vitesse des ébranlements communiqués à l'air par la détonation de cartouches explosives.

Pour une cartouche de 100g de dynamite n° 1 ($d=24^{mm}$, $\Delta=1,66$, $V=7000^{m}$ environ), on a trouvé une vitesse moyenne de 3000^{m}, soit 9 fois la vitesse du son, sur les cinq premiers centimètres comptés normalement à la surface de la cartouche. Pour une cartouche de 100g de cheddite ($d=30^{mm}$, $\Delta=1,30$, $V=3000^{m}$ environ), on a trouvé, dans les mêmes conditions, une vitesse moyenne de 950^{m}.

Mesure de la brisance par les écrasements de blocs de plomb. — On a mesuré les écrasements produits par 20g de divers explosifs détonant au contact de cylindres de plomb de 36^{mm} de diamètre et 72^{mm} de hauteur.

Avec la dynamite n° 1, sous diverses densités, on a obtenu les résultats suivants :

Δ.....	0,78	0,88	0,99	1,12	1,17.	1,55	1,68	1,8
E.....	10^{mm}	11,5	11,5	15,5	16	17	19	12

Les vitesses de détonation variant comme 1 et 3, les écrasements ont varié comme 1 et 2. Mais il faut remarquer que la concavité de la courbe (E, Δ) est constamment tournée vers les E négatifs alors que celle de la courbe (V, Δ) est, dans la partie ascendante, dirigée vers les V positifs. La vitesse de détonation n'apparaît donc pas comme la variable unique du phénomène et l'abaissement du centre de gravité de la charge est une cause importante de l'accroissement des E avec les densités; la petitesse des écrasements, aux fortes densités, peut être partiellement due à des détonations incomplètes.

Au point de vue pratique, il importe de remarquer que la connaissance d'une seule valeur de E peut donner une idée très erronée de la brisance de l'explosif.

Mesure de la brisance par les évasements de blocs de plomb. — Les évasements produits dans des blocs de plomb de 70^{kg} ou 150^{kg} par 10g d'explosif détonant sous bourrage au sable ou à l'eau (blocs de Trauzl ou d'Abel) sont presque indépendants de la densité de l'explosif et par suite de la vitesse de détonation.

PHYSIQUE. — *Sur les changements des bandes d'absorption des cristaux et la loi de variation de l'amortissement du mouvement des électrons absorbants à diverses températures.* Note de M. **Jean Becquerel.**

On sait que les bandes d'absorption des cristaux gardent dans le spectre une position fixe, mais présentent un changement d'aspect lorsque la température varie; elles deviennent faibles et floues si l'on chauffe le corps, et

au contraire prennent aux très basses températures une netteté et une intensité remarquables (¹).

Il m'a paru important de rechercher la loi de ces variations en exceptant toutefois certaines bandes qui s'affaiblissent aux basses températures et ont peut-être une autre origine que les précédentes.

La théorie de la dispersion (²) conduit à l'expression suivante donnant l'indice de réfraction n en fonction de la période $2\pi\vartheta$:

$$n^2(1-\varkappa^2) = 1 + \sum \frac{\varepsilon_h \vartheta^2(\vartheta^2 - \vartheta_{0h}^2)}{(\vartheta^2 - \vartheta_{0h}^2)^2 + \vartheta^2 \vartheta_h'^2};$$

$\varkappa$ est le coefficient d'absorption, $2\pi\vartheta_{0h}$ la période correspondant au milieu de l'une des bandes h, ε_h est un paramètre qui dépend de la substance et de la bande h, enfin ϑ' est un paramètre proportionnel à l'amortissement du mouvement des électrons donnant naissance à la bande h.

La formule précédente, qui donne aux environs de chaque bande la courbe de dispersion anomale, montre que, si la bande h est suffisamment isolée, la quantité $2\pi\vartheta_h'$ est la différence des périodes des deux vibrations pour lesquelles l'indice est maximum et minimum. L'étude de la dispersion anomale permet donc de mesurer l'amortissement.

La biréfringence anomale d'un cristal aux environs des bandes d'absorption peut être étudiée par la méthode suivante : une lame taillée parallèlement à deux des directions principales du cristal est orientée, entre deux nicols croisés à 45° de l'horizontale, de manière que ces directions soient parallèles à celles d'un compensateur de Babinet placé contre la fente d'un spectroscope, la frange centrale étant normale à la fente. On observe alors dans le spectre, au lieu des franges de Fizeau et Foucault, des lignes obliques qui sont fortement disloquées en traversant les bandes. Si une bande n'existe que dans l'un des deux spectres principaux, la dislocation de la frange dessine la courbe de dispersion anomale, et l'on observe aisément le maximum et le minimum de l'indice.

Les mesures du rapport des valeurs de l'amortissement ϑ' à la température du laboratoire (environ 20°) et à la température de l'air liquide (—186°) ont été faites par cette méthode pour quelques bandes de la tysonite qui m'ont paru dans les conditions les plus favorables, étant suffisamment séparées des voisines, restant uniques aux basses

---

(¹) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, 25 février 1907.

(²) W. VOIGT, *Wied. Ann.*, t. VI, 1899, p. 346.

températures, et étant considérablement plus intenses dans l'un des spectres que dans l'autre. Les résultats obtenus sont les suivants :

λ.....	479,1 μμ (sp. extr.)	517,6 μμ (sp. ord.)	523,4 μμ (sp. ord.)	582,5 μμ (sp. ord.)
$\frac{\vartheta'_{20°}}{\vartheta'_{-186°}}$.	1,83 (moy. 10 mes.) ±0,04	1,84 (10 mes.) ±0,03	1,83 (10 mes.) ±0,06	1,85 (15 mes.) ±0,03

La méthode précédente est difficilement applicable aux cristaux de xénotime; en effet, la plupart des bandes ne sont pas suffisamment isolées et elles sont toutes trop fines pour que les largeurs ϑ' puissent être évaluées avec précision. J'ai donc employé une autre méthode basée sur l'observation des phénomènes magnéto-optiques.

Le faisceau lumineux étant normal aux lignes de force d'un champ magnétique et l'axe optique du cristal parallèle au champ, les bandes du spectre ordinaire s'élargissent dans un champ faible et, pour une intensité suffisante, se séparent en deux composantes symétriques. On peut évaluer approximativement les intensités du champ pour lesquelles se produit cette séparation à deux températures différentes, et il résulte de la théorie que le rapport de ces intensités est égal au rapport des amortissements ϑ' [1]. Les résultats ont été les suivants :

Xénotime	λ	521,1	656,4	657,3
»	$\frac{\vartheta'_{20°}}{\vartheta'_{-186°}}$	1,8	1,75	1,75

(La bande 657,3 appartient au spectre extraordinaire et pour la vibration parallèle au champ donne également un doublet symétrique).

Il est très remarquable de constater que toutes ces mesures conduisent, pour le rapport des amortissements, à un nombre très voisin du rapport 1,83 des racines carrées des températures absolues.

D'autres mesures, faites avec une lame de tysonite, entre la température ordinaire et la température donnée par un mélange d'acide carbonique solide et d'éther, ont donné comme rapport des amortissements environ 1,2 pour la bande 523μμ,4 et 1,25 pour la bande 580μμ; la température du laboratoire étant 19° et celle du mélange d'acide carbonique et d'éther −82°, le rapport des racines carrées des températures absolues est 1,24.

Enfin, en plongeant une lame de tysonite successivement dans l'eau

---

(1) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, 19 nov. et 3 déc. 1906, et *Radium*, mars 1907.

chaude et dans l'air liquide, j'ai obtenu les résultats suivants :

Tysonite : λ.........	$517^{\mu\mu},6$		$523^{\mu\mu},4$		$582^{\mu\mu},5$	
Rapport des amortissements..........	1,94 ±0,07	(entre 58° et −186°)	2,12 ±0,15	(entre 69° et −186°)	1,97 ±0,03	(entre 60° et −186°)
Rapport des racines carrées des temp. abs..	1,95		1,982		1,956	

Nous sommes donc conduits à la loi suivante :

L'amortissement du mouvement vibratoire des électrons absorbant la lumière est sensiblement proportionnel à la racine carrée de la température absolue.

Si l'on rapproche cette loi des considérations qui, dans la théorie cinétique des gaz, étendue aux autres états de la matière, établissent la relation entre la température absolue et la vitesse moyenne de l'agitation thermique, on voit quel intérêt se rattache aux expériences qui précèdent.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la théorie de Nernst et la mesure des différences de potentiel au contact de deux solutions d'électrolytes.* Note de M. J. **Guyot**, présentée par M. Lippmann.

I. Si l'on admet la théorie de la pression de dissolution développée par Nernst, on sait que, pour une pile formée de deux solutions L_1, L_2 d'électrolytes qui ont un ion commun (l'anion pour fixer les idées), dans lesquelles plongent deux électrodes de mercure recouvert de sel mercureux pouvant donner naissance au même anion, la somme des différences de potentiel au contact des électrodes est donnée par la formule

$$e = \frac{RT}{\varepsilon p} \log \frac{\varpi_1}{\varpi_2}, \tag{1}$$

où ϖ_1 et ϖ_2 désignent les pressions osmotiques de l'anion dans chacune des solutions. Il en résulte que la force électromotrice de la pile est

$$E = \frac{RT}{\varepsilon p} \log \frac{\varpi_1}{\varpi_2} + L_1 | L_2.$$

Avec des solutions également concentrées par rapport à l'anion, on a

$$\varpi_1 = \varpi_2,$$

par suite

$$e = 0 \qquad \text{et} \qquad E = L_1 | L_2.$$

Donc, si la formule (1) est exacte, il en résulte une méthode très pratique de mesure des différences de potentiel entre électrolytes de même concentrations moléculaires et de même anion. Nous l'avons appliquée à un certain nombre de couples d'électrolytes à anion bivalent et cation univalent.

Les résultats sont indiqués dans le Tableau suivant :

I. Couples.	II. Température.	III. E observé.	IV. $L_1 \mid L_2$ calculé.	V. E calculé.
	°	volt	volt	volt
$\frac{1}{10}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Li^2$....	10	0,0293	0,0324	0,0281
$\frac{1}{10}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Na^2$...	10	0,0258	0,0313	0,0263
$\frac{1}{10}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2$....	10	0,0234	0,0268	0,0214
$\frac{1}{10}SO^4Li^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Na^2$...	10	—0,0026	—0,0022	—0,0022
$\frac{1}{10}SO^4Li^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2$....	10	—0,0062	—0,0063	—0,0063
$\frac{1}{10}SO^4Na^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2$....	10	—0,0041	—0,0041	—0,0041

Les résultats des colonnes III et IV présentent une différence notable en ce qui concerne les trois premiers couples. Mais, si l'on tient compte de ce que le rapport δ du nombre de molécules dissociées au nombre total des molécules n'a pas la même valeur dans la solution sulfurique et dans la solution sulfatée ($\delta_{\frac{1}{10}SO^4H^2} = 0,56$, $\delta_{\frac{1}{10}\text{sulfate}} = 0,70$), et si l'on fait alors intervenir les concentrations en ions, le calcul donne pour la force électromotrice des trois piles les valeurs indiquées dans la colonne V, assez peu différentes, comme on le voit, des forces électromotrices observées.

II. Sur ce point nous nous trouvons en désaccord avec M. Negbaur, qui donne les résultats suivants en ce qui concerne quelques différences de potentiel du contact à 18° :

	E observé.	E calculé.
	v	v
$SO^4H^2 \mid SO^4Na^2$.............	0,0155	0,0152
$SO^4H^2 \mid SO^4Zn$...............	0,0152	0,0162
$SO^4H^2 \mid SO^4Cu$...............	0,0145	0,0162
$SO^4H^2 \mid SO^4Mg$.............	0,0180	0,0156

Negbaur paraît avoir étendu simplement la formule

$$\varphi_2 - \varphi_1 = \frac{RT}{\varepsilon p} \log \frac{u_1 + v_2}{u_2 + v_1}$$

établie par Planck pour les électrolytes binaires formés d'ions de même valence p, au cas d'électrolytes quelconques, ce qui ne semble pas correct dans le cas général. Nous

sommes au contraire parti des équations différentielles de Nernst, en faisant dans ces équations les hypothèses particulières aux cas examinés sur les valences des ions, faute desquelles les équations ne paraissent pas susceptibles d'être intégrées en général. Notamment, le calcul ne semble pas possible dans le cas du couple $SO^4H^2 \mid SO^4Zn$, et des deux derniers couples étudiés par Negbaur. Le premier couple étudié par lui l'a conduit à une différence de potentiel assez notablement différente de celle à laquelle nous ont conduit nos observations, d'accord avec un calcul, ce qui nous semble montrer l'intérêt qu'il y a à reprendre systématiquement l'étude des différences de potentiel entre électrolytes dans le cas d'électrolytes à ions plurivalents.

PHYSIQUE. — *Sur les deux modes de détente employés dans la liquéfaction de l'air.* Note (¹) de M. **Georges Claude**, présentée par M. d'Arsonval.

J'ai constaté souvent combien sont généralement mal comprises les profondes différences qui séparent les deux modes classiques de détente employés pour la liquéfaction de l'air. J'ai l'honneur, à ce sujet, de présenter à l'Académie quelques considérations qui ne seront peut-être pas inutiles, si élémentaires et si évidentes même qu'elles puissent paraître.

On sait que le froid produit par la détente trouve sa source dans le travail effectué pendant cette détente. Pourtant, la quantité de froid produite n'est presque jamais équivalente au travail effectué : c'est que le seul travail qui puisse se traduire par du froid est évidemment celui que l'air comprimé accomplit avec ses seules ressources, et qu'une partie du travail effectué échappe en général à cette origine.

Imaginons d'abord que nous opérons la détente de l'air dans le cylindre d'une machine analogue à une machine à vapeur. Le travail de pleine pression est PV : ce travail, l'air comprimé *n'a pas* à le fournir sur ses propres ressources, puisque, pendant toute cette période, il reste toujours identique à lui-même, toujours comprimé à la même pression. Ce travail, effectivement, est fourni par le compresseur même, par l'intermédiaire du piston gazeux de la canalisation, qui se comporte, pendant cette période, comme un piston rigide. Ce travail de pleine pression PV, tout entier créé aux dépens d'une énergie étrangère à celle de l'air même en jeu, ne peut évidemment se traduire par du froid : seul compte pour le refroidissement le travail de détente proprement dit, $\int p\,dv$, celui que l'air accomplit en dehors de toute intervention étrangère, dès que l'orifice d'admission est fermé.

Soit maintenant la détente d'un *gaz parfait*, de P à p, par simple écou-

(¹) Présentée dans la séance du 6 mai 1907.

lement continu et supposé sans vitesse sensible. La cause de travail unique est, dans ce cas, le refoulement que le gaz qui se détend effectue contre l'atmosphère p de l'enceinte de détente. Or, le mode de discussion classique de l'expérience de Joule-Thomson montre qu'ici ce travail de refoulement, $\int p dv = p \int dv = pv$, ne doit se traduire *par aucun refroidissement*. C'est que ce travail de refoulement pv absorbe exactement l'énergie PV, ici encore directement et obligatoirement transmise par le compresseur jusqu'à l'orifice de détente, et l'on démontre effectivement que $pv = PV$. Ainsi, ce travail de refoulement d'un gaz parfait équivaut exactement à son travail à pleine pression dans notre cylindre de tout à l'heure.

Mais, en pratique, l'air n'est pas un gaz parfait. Comme conséquence, $pv > PV$.

De plus, un certain travail interne ϖ doit être accompli par l'air lors de l'augmentation de volume. Donc, *a fortiori*, $pv + \varpi > PV$: le travail développé est supérieur à l'énergie fournie, et un refroidissement se produit, qui donne justement la mesure de cet excès ([1]). Ainsi :

1° Dans la détente de l'air avec travail extérieur récupérable, le travail à pleine pression absorbe intégralement (en théorie) l'énergie PV directement transmise. Le travail de détente considérable $\int p\, dv$ reste *tout entier disponible* pour la production du froid, ainsi qu'un travail interne très faible dans les conditions où l'on opère en général ici.

De plus, l'énergie mécanique développée est récupérable : cette récupération peut atteindre en pratique 15 à 20 pour 100 avec de bonnes machines.

Ces divers facteurs expliquent que des pressions de 40^{atm} suffisent pour procurer, avec les artifices que j'ai signalés ([2]), des rendements dépassant $0^l,9$ d'air liquide par cheval-heure pour des puissances de 75 chevaux.

2° Dans la détente par simple écoulement, le travail de refoulement correspond au travail de pleine pression de la méthode précédente : sa pro-

---

([1]) Il est curieux d'observer que la méthode de M. Caillet et échappe à ce raisonnement et à ses conséquences. Ici, la masse gazeuse qui va se détendre est isolée du compresseur, il n'y a pas d'énergie étrangère en jeu et tout le travail produit se traduit par du refroidissement. Elle doit à sa discontinuité même cette supériorité.

([2]) *Comptes rendus*, 20 août 1900, 30 juin 1902, 13 novembre 1905, 11 juin 1906, 22 octobre 1906.

duction absorbe sensiblement l'énergie directement transmise par le compresseur. N'est disponible pour le refroissement, et avec la restriction ci-après, que l'excès de travail, tant externe qu'interne, dû au fait que l'air n'est pas un gaz parfait.

Au cours de son refroidissement le long de l'échangeur, l'air se contracte anormalement en vertu de l'inexactitude croissante de la loi de Mariotte : il abandonne donc un excès de chaleur pour se refroidir jusqu'à une température donnée; en d'autres termes, sa chaleur spécifique augmente graduellement (¹) et il ne se refroidit dans le contre-courant que jusqu'à $t > t'$, t' étant la température qu'il eût atteinte à chaleur spécifique constante.

Par contre, lors de la détente, la chaleur spécifique retombe brusquement beaucoup, ce qui tend évidemment à ramener le gaz vers la température t'. Donc, de la chute de température observée à la détente, une partie est due à la baisse de la chaleur spécifique : c'est l'effet frigorifique correspondant à l'excès de chaleur dégagé dans l'échangeur par l'air comprimé à mesure des progrès de son imperfection gazeuse, mais cet effet frigorifique est en quelque sorte fictif, il sert à neutraliser l'excès de chaleur dégagé à son tour le long de l'échangeur par l'air suivant. Ainsi, ce n'est pas l'imperfection gazeuse à la température *de détente* qui compte dans le rendement de la détente par simple écoulement, mais, en gros, l'imperfection gazeuse bien moindre à la température d'*entrée* de l'air comprimé dans le contre-courant.

D'où la nécessité : 1° de partir de pressions très élevées, 200^{atm} au moins; 2° d'abaisser autant que possible la température initiale du *self-refroidissement* à l'aide d'une machine frigorifique auxiliaire qui constitue en effet l'un des perfectionnements les plus ingénieux de la méthode de Linde.

Malgré cette complication, inutile dans la détente avec travail récupérable, malgré les pressions de 200^{atm}, on sait que les rendements de la détente par simple écoulement n'atteignent pas jusqu'ici $0^{l},6$ par cheval-heure pour des puissances de 200 chevaux.

(¹) D'après Linde (*Bayerische Industrie*, 28 nov. 1896) la chaleur spécifique de l'air sous pression constante et à $-100°$ seulement est de 0,26 à 10^{atm}, 037 à 40^{atm}, et 0,84 à 70^{atm}.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la phosphorescence des composés calciques manganésifères. Influence de la constitution et de la masse des molécules sur les longueurs d'onde des radiations émises.* Note [1] de M. L. **Bruninghaus**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note récente [2] j'ai montré que la concentration correspondant à l'optimum de phosphorescence garde un valeur constante $\frac{1\,Mn}{254\,Ca}$ pour des composés calciques à radicaux acides différents. MM. J. de Kowalski et C. Garnier ont présenté à la même date une Note dont certaines conclusions paraissent être en contradiction avec les miennes. Ces auteurs trouvent, en effet, que la concentration optima est beaucoup plus faible pour le sulfure de calcium samarifère que pour l'oxyde. Je signale dès maintenant que j'ai observé, au contraire, au cours d'un travail presque achevé sur les composés calciques samarifères, que tous ces corps obéissent, comme les composés manganésifères, à la loi de l'optimum. J'aurai bientôt l'occasion d'indiquer les raisons pour lesquelles les mélanges préparés par MM. J. de Kowalski et C. Garnier n'obéissent pas à cette loi. Je ferai seulement remarquer, pour l'instant, que tous mes résultats sont relatifs à des mélanges binaires dont le diluant est un composé défini.

L'objet de la présente Note est une étude systématique des radiations émises par quelques groupes de composés calciques manganésifères phosphorescents. Les quatre corps dont j'ai déterminé précédemment l'optimum présentaient des couleurs de phosphorescence variées, différentes les unes des autres. Il n'était pas sans intérêt de rechercher la cause de ces différences de couleurs. Les corps suivants ont été examinés à ce point de vue : oxyde, sulfure, séléniure; sulfate, molybdate, tungstate; carbonate, silicate, zirconate; phosphate, arséniate; aluminate, borate.

Dans tous ces corps, la concentration optima $\frac{1\,Mn}{254\,Ca}$, établie pour quelques-uns d'entre eux, a été conservée. La plupart de ces composés ont été préparés par précipitation. Les corps qui suivent font exception : le sulfate a été préparé comme je l'ai déjà indiqué; les sulfures ont été préparés par l'action de l'hydrogène sulfuré sur le carbonate de chaux : après quelques tâtonnements, j'ai pu obtenir ainsi, et à coup sûr, des sulfures très lumi-

---

(1) Présentée dans la séance du 6 mai 1907.

(2) *Comptes rendus*, 22 avril 1907.

neux; le séléniure a été obtenu par action prolongée de l'hydrogène sur le séléniate; le carbonate, en calcinant le carbonate de calcium dans un courant d'anhydride carbonique; enfin, le zirconate, d'après la méthode de M. Ouvrard [1], qui consiste à chauffer durant une trentaine d'heures de la zircone anhydre avec le chlorure de calcium.

Si l'on soumet à l'action des rayons cathodiques ces divers composés, ils s'illuminent de couleurs très variées, mais dont les spectres sont toujours constitués par une bande unique. Le plus souvent, ces bandes spectrales sont très étalées, mais n'occupent jamais toute l'étendue du spectre visible : chacune d'elles commence pour une certaine longueur d'onde λ_1, s'accroît régulièrement en intensité, passe par un maximum pour une valeur λ_m de la longueur d'onde, pour décroître ensuite lentement jusqu'à une valeur λ_2 assez mal définie. Nous nous servirons pour caractériser ces bandes de la valeur approximative de la longueur d'onde λ_m. Certaines des substances ont présenté le maximum dans la partie bien visible du spectre, d'autres au contraire dans les régions violette ou ultra-violette pour lesquelles on a dû faire usage de la spectrophotographie.

Le maximum visuel était déterminé facilement au spectroscope, en juxtaposant au spectre étudié le spectre continu d'un bec Auer qui permettait d'apprécier assez exactement le rapport des intensités. Le maximum photographique était observé directement sur la plaque, impressionnée durant des temps de pose variables selon les substances.

Les résultats obtenus sont résumés dans le Tableau suivant. On remarquera que les corps y sont séparés en groupes de composés de constitutions moléculaires semblables; dans chaque groupe, les corps sont rangés par ordre de masses moléculaires croissantes.

Composés phosphorescents.	Masses moléculaires.	Couleur de la phosphorescence.	λ_m correspondant au maximum du spectre visible.	du spectre photographique.	λ_m moyen.
			μμ		μμ
CaO.........	56	Rouge orangé...........	607,0	»	607,0
CaS.........	72	Jaune orangé............	589,0	»	589,0
CaSe........	119,1	Jaune légèrement verdâtre.	567,1	»	567,1
$CaSO^4$.......	136	Vert turquoise intense....	509,0	476,6	492,8
$CaMoO^4$....	200	Vert blanchâtre faible....	?	464,6	464,6
$CaTuO^4$.....	288	Bleu violet très intense...	?	448,5	448,5
$CaCO^3$.......	100	Rouge peu intense.......	623,0	»	623,0
$CaSiO^3$......	116,4	Jaune verdâtre pâle......	556,0	»	556,0
$CaZrO^3$......	178,7	Bleu foncé faible.........	516,8	»	516,8
$Ca(PO^4)^{\frac{2}{3}}$....	103	Rouge vif...............	633,0	»	633,0
$Ca(AsO^4)^{\frac{2}{3}}$...	132,6	Jaune paille.............	570,9	»	570,9
CaB^2O^4......	126	Rose vert...............	?	422,0?	422,0?
$CaAl^2O^4$.....	158,2	Rose violacé............	?	431,7?	431,7?

(1) OUVRARD, *Comptes rendus*, t. CXIII, 1891, p. 80.

Il résulte de ce Tableau que, dans chacun des groupes de corps étudiés, les composés de masses moléculaires de plus en plus élevées présentent des couleurs de phosphorescence de réfrangibilités croissantes, et dont les spectres subissent, du fait de l'augmentation de masse moléculaire, un décalage progressif dans le sens des longueurs d'onde décroissantes. Les groupes eux-mêmes ne semblent liés entre eux, au point de vue de la couleur, par aucune relation simple.

Ainsi, deux facteurs interviennent pour donner à la phosphorescence d'un composé sa couleur caractéristique; ce sont: 1° la constitution chimique de la molécule diluante, qui fait que deux corps dont les molécules diluantes ont des masses voisines et des radicaux acides différents sont doués de phosphorescences différentes; 2° la masse moléculaire. On peut supposer que l'accroissement de celle-ci, dans un même groupe de composés, donne lieu à une accélération du mouvement vibratoire qui constitue l'émission de lumière.

Les mouvements des centres dont les vibrations produisent la lumière dans la substance phosphorescente, les électrons probablement, sont donc sous la dépendance directe de la structure et de la masse des molécules diluantes.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du fluor sur le sélénium. Tétrafluorure de sélénium.* Note de M. **Paul Lebeau**, présentée par M. Ditte.

Dans son étude des propriétés chimiques du fluor, Henri Moissan [1] a reconnu que le sélénium est attaqué dès la température ordinaire. Il se dégage d'abord des fumées blanches abondantes, puis le sélénium fond et prend feu. Autour du sélénium se condense un composé blanc cristallin décomposable par l'eau et soluble dans l'acide fluorhydrique.

En février 1906, M. Prideaux [2] a repris l'étude de cette réaction et a obtenu, en soumettant le sélénium à l'action du fluor dans un appareil en verre, un composé gazeux qu'il considère comme l'hexafluorure de sélénium SeF^6. M. Prideaux a admis cette formule en se basant sur la détermi-

---

(1) Henri Moissan, *Nouvelles recherches sur le fluor* (*Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XXIV, 1891, p. 214).

(2) Edmund Brydges, Rudhall Prideaux, *Chemical Society*, t. LXXXIX, 1906, p. 316.

nation de la densité et sur des relations physico-chimiques avec les hexafluorures de soufre et de tellure.

La facilité avec laquelle le fluor tend à donner des oxyfluorures lorsque les réactions sont faites en présence du verre nous avait fait penser que l'emploi d'un appareil en métal pouvait conduire à des résultats différents. A cet effet nous avons placé le sélénium dans un tube de cuivre relié d'une part à l'appareil à fluor et d'autre part à un système de condenseurs pouvant être refroidis dans l'air liquide. Dans ces conditions nous n'avons pu produire qu'une très faible quantité de gaz. Dans le tube de cuivre se trouvait un liquide incolore fumant abondamment à l'air et décomposant l'eau avec violence. L'expérience a été reprise en choisissant un dispositif permettant de recueillir ce liquide.

Le sélénium était contenu dans une nacelle placée dans une tube de cuivre. Ce tube disposé horizontalement portait, à la partie inférieure de l'extrémité opposée à l'arrivée du gaz fluor, une tubulure verticale. Cette tubulure s'adaptait à frottement doux, sur le col d'une bouteille de platine refroidie, servant de récipient. Le liquide se condense dans ce vase de platine où il peut être conservé.

Ce liquide incolore attaque énergiquement le verre. Sa température d'ébullition, que nous n'avons pu déterminer rigoureusement, est peu supérieure à 100°; à $-80°$, il forme un solide blanc cristallin. Sa vapeur colore la flamme d'un brûleur Bunsen en bleu intense.

Au contact de l'eau, ce fluorure de sélénium se décompose avec dégagement de chaleur en donnant une solution renfermant de l'acide sélénieux et de l'acide fluorhydrique. Cette réaction nous a permis de faire l'analyse de cette combinaison. En prenant un poids connu de ce liquide et en déterminant dans la solution résultant de son action sur l'eau les quantités respectives de fluor et de sélénium, nous avons reconnu que ce composé était un tétrafluorure de sélénium et que sa décomposition par l'eau pouvait être exprimée par l'équation suivante :

$$SeF^4 + 2H^2O = SeO^2 + 4HF.$$

Les résultats analytiques sont consignés dans le Tableau ci-dessous :

	I.	II.	III.	Théorie pour SeF^4.
Sélénium pour 100	50,2	51,6	51,28	50,97
Fluor	49,4	»	48,5	49,03

Ce tétrafluorure se comporte comme un composé saturé. Maintenu en présence d'un excès de fluor il ne réagit point et ne donne aucun dégagement gazeux. Il est sans action sur l'iode qui s'y dissout faiblement en fournissant un liquide rouge.

Le soufre, l'arsenic, le bore, le silicium, le carbone ne sont pas attaqués par ce fluorure à sa température d'ébullition. Le phosphore blanc fournit cependant une réaction vive avec mise en liberté de sélénium et production de fluorure de phosphore.

Le tétrafluorure de sélénium est décomposé par les métaux alcalins. Il attaque le mercure à la température ordinaire.

La difficulté que présente la préparation d'une quantité notable d'un tel liquide en partant du gaz fluor nous a obligé à en limiter l'étude chimique. En outre l'action irritante que sa vapeur exerce sur les muqueuses rend les essais très pénibles.

Le fluor, en l'absence du verre, fournit donc avec le sélénium un tétrafluorure qui paraît être le composé le plus fluoré qui soit susceptible de se former par union directe. Le composé gazeux décrit par M. Prideaux serait, ainsi qu'il résulte de nos premiers essais, un oxyfluorure de sélénium. Nous avons observé des résultats comparables dans l'étude que nous poursuivons de l'action du fluor sur le tellure.

CHIMIE MINÉRALE. — *Oxydation spontanée de l'hydrate de cobalt dissous en milieu alcalin.* Note de M. **André Job**, présentée par M. Troost.

Les composés cobalteux, à l'exception des complexes azotés, n'ont qu'une tendance très faible à devenir cobaltiques. Pourtant on a remarqué depuis longtemps que l'hydrate de cobalt s'altère au contact de l'air en fixant de l'oxygène. Peut-on trouver des conditions favorables à une oxydation plus rapide, et déterminer le mécanisme de cette oxydation ? C'est ce que m'a montré l'expérience.

J'ai d'abord réalisé un milieu où l'hydrate de cobalt reste dissous. On y parvient très facilement en imitant la préparation de la liqueur de Fehling. Par exemple, on mélange à volumes égaux les dissolutions suivantes : tartrate de sodium à 50 pour 100, sulfate de cobalt à 30 pour 100, soude à 30 pour 100. L'hydrate de cobalt qui se précipite d'abord se redissout très vite et l'on obtient une liqueur d'un rose violacé. Il suffit alors de l'agiter à l'air, ou mieux, dans l'oxygène, pendant quelques minutes pour voir apparaître une couleur verte qui devient peu à peu très intense.

Cette couleur verte rappelle tout à fait celle que produit l'eau oxygénée au contact d'un sel de cobalt dissous en milieu bicarbonaté alcalin. Dans ce cas elle révèle, ainsi que je l'ai démontré [1], la formation d'un composé cobaltique. D'ailleurs il se

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 7e série, t. XX, 1900.

trouve que M. Durrant ([1]) a observé une coloration analogue au sein même du tartrate de soude en faisant agir à la fois sur un sel de cobalt la potasse et l'eau oxygénée. Et il note qu'une dose de peroxyde d'hydrogène correspondant à Co^2O^3 peut être supportée par le liquide sans qu'il y ait de dégagement gazeux. Il y a là, en apparence, une indication sur le produit vert de l'oxydation spontanée. Malheureusement cette indication est tout à fait incertaine. En effet l'analyse m'a montré qu'une partie seulement de l'eau oxygénée (variable selon les conditions de l'expérience) réagit sur le cobalt, et que le tartrate (même sans cobalt) la réduit, grâce à l'alcalinité du milieu. De plus, le composé vert semble provoquer la décomposition de l'eau oxygénée libre, ce qui complique encore la réaction et en rend le résultat plus inconstant. C'est donc l'oxydation spontanée elle-même qu'il faut directement étudier.

J'ai fait l'étude quantitative de cette oxydation par deux séries de mesures : celles de l'oxygène gazeux absorbé, qui se détermine en volume, et celles de l'oxygène fixé sur le cobalt qui se détermine aussi volumétriquement avec beaucoup d'exactitude par ma méthode ([2]) du pyrophosphate ferreux. En opérant ainsi on constate que la dose d'oxygène gazeux absorbé augmente indéfiniment tandis que la dose retenue par le cobalt est limitée. Ceci montre que le milieu organique entre en réaction; il réduit le composé vert et maintient à l'état divalent une partie du cobalt, qui sans cesse s'oxyde et lui cède l'oxygène. Pour que l'oxydation du cobalt soit complète, il faut supprimer cette action. J'y ai réussi presque entièrement en ajoutant au tartrate une certaine quantité de glycérine (un demi-volume environ par volume de tartrate). On rend ainsi le composé vert beaucoup plus stable en le protégeant contre l'action réductrice ([3]) du milieu. En effet, on reconnaît que la fixation d'oxygène par le nouveau liquide atteint un limite finie. Il reste maintenant à faire varier les conditions de l'expérience pour que cette limite soit aussi élevée que possible. J'ai trouvé qu'elle dépendait surtout de la dose d'alcali ajoutée au cobalt. En augmentant cette dose, on accroît la quantité totale d'oxygène fixé jusqu'à ce qu'enfin elle demeure indépendante de l'excès d'alcali ajouté ([4]). On réalise ainsi un milieu où l'oxydation spontanée du cobalt se produit d'une façon normale et complète.

Quelle est alors la formule de l'oxydation? L'analyse volumétrique indique pour deux atomes de cobalt un seul atome d'oxygène retenu, c'est-à-dire

([1]) *Journal of the Chemical Society*, t. LXXXVII, p. 1783.
([2]) *Loc. cit.*
([3]) Elle est due très probablement aux produits d'oxydation du tartrate.
([4]) La dose indiquée au début correspond à peu près à ce maximum.

que le composé obtenu correspond à la formule Co^2O^3. Mais la mesure du volume gazeux indique en même temps deux atomes d'oxygène absorbés. Il faut donc que le milieu organique soit encore entré en réaction; or il ne réagit plus sur le cobalt oxydé; par suite, il n'a pu réagir que comme accepteur pendant l'oxydation même et cette réaction nous révèle que l'hydrate cobalteux met en jeu deux fois plus d'oxygène qu'il n'en retient.

Ce résultat s'accorde bien avec ceux qu'on a observés par ailleurs dans les phénomènes d'oxydation spontanée, et en particulier avec ceux qui ont été obtenus pour le cérium (¹) et pour le fer (²). On peut, adoptant l'hypothèse de Manchot pour le fer, l'interpréter par la formation transitoire d'un oxyde primaire CoO^2,

$$2\,CoO + O^2 = 2\,CoO^2,$$
$$2\,CoO^2 + A\,(\text{accepteur}) = Co^2O^3 + AO.$$

Mais on peut aussi, adoptant l'hypothèse d'Engler et Ginsberg pour le cérium, faire intervenir la décomposition primaire de l'eau et la formation transitoire d'eau oxygénée aux dépens de l'oxygène libre,

$$2\,CoO + H^2O = Co^2O^3 + H^2,$$
$$H^2 + O^2 = H^2O^2,$$
$$H^2O^2 + A\,(\text{accepteur}) = AO + H^2O.$$

Il est évident que les deux explications sont équivalentes. Pourtant la première hypothèse me paraît plus suggestive. Elle conduit d'abord à rechercher s'il existe un bioxyde de cobalt. Or ce bioxyde a été préparé (Hüttner). Elle conduit aussi à comparer le cas du cobalt à celui du manganèse, dont on connaît l'oxyde MnO^2. J'ai fait cette comparaison en dissolvant l'hydrate manganeux dans le même milieu tartrique : c'est bien le bioxyde MnO^2 qui s'est révélé comme oxyde primaire et c'est un sel manganique (Mn^2O^3) qui a subsisté après l'oxydation.

Enfin, elle m'a suggéré une autre expérience qui semble présenter quelque intérêt. J'ai voulu voir si ces solutions, capables de fixer l'oxygène, pou-

---

(¹) Job, Baur, Engler et ses collaborateurs.

(²) Manchot et ses collaborateurs. C'est ici le lieu de rappeler les belles expériences de Manchot et Herzog sur la formation du cobalticyanure de potassium. Elles viennent justement à l'appui de l'hypothèse d'Engler. Mais Manchot lui-même a hésité à généraliser le cas particulier et à le comparer à celui de l'oxydation des hydrates.

vaient fixer le nitrosyle. L'essai réussit très bien pour le manganèse comme pour le cobalt. Le nitrosyle est fixé (et probablement réduit en totalité) sans résidu gazeux. Mais l'on trouve un résultat inattendu : tandis que les liqueurs de manganèse s'oxydent au moins cinquante fois plus vite que celles de cobalt, les liqueurs de cobalt fixent le nitrosyle au moins dix fois plus vite que celles du manganèse. J'étudie actuellement cette réaction et ses produits.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les silicates d'alumine et de chaux*. Note de M. O. **Boudouard**, présentée par M. Le Chatelier.

L'étude systématique de la fusibilité des silicates aluminocalciques m'a permis de synthétiser l'ensemble de nos connaissances sur cette question sous forme d'un diagramme triangulaire (*Revue de Métallurgie*, 1905, p. 462). La surface de fusibilité ainsi obtenue présente deux points culminants correspondant aux températures de 1510° et de 1500°, et la composition centésimale de ces silicates aluminocalciques à points de fusion maximum est la suivante :

Températures.	Comp. centésimale			Formules.
	SiO^2.	Al^2O^3.	CaO.	
1510°.........	21,9	37,2	40,9	$SiO^2, Al^2O^3, 2CaO$
1500°.........	9,9	16,7	73,4	$SiO^2, Al^2O^3, 8CaO$

Pour décider si ces compositions sont bien celles de combinaisons définies, j'ai voulu contrôler les indications fournies par la fusibilité en utilisant les méthodes ordinairement employées pour déterminer la constitution des alliages métalliques; les résultats que je donne aujourd'hui se rapportent au silicate aluminocalcique de formule $SiO^2, Al^2O^3, 2CaO$.

I. *Étude microscopique*. — Les procédés de la métallographie microscopique peuvent être appliqués à l'étude des corps opaques observés généralement sur le microscope en lumière polarisée : il suffit que ces substances soient rendues suffisamment réfléchissantes par un polissage convenable.

Dans des creusets de graphite, j'ai fondu des silicates aluminocalciques ayant les compositions suivantes :

Désignation.	SiO^2.	Al^2O^3.	CaO.
A....................	20,0	50,0	30,0
B....................	21,9	37,2	40,9
C....................	20,0	50,0	30,0
D....................	25,0	37,5	37,5
E....................	15,0	40,0	45,0

Après polissage, la surface des différents culots est attaquée par l'acide chlorhydrique

à 10 pour 100, puis examinée au microscope. Les reproductions photographiques relatives à B accusent l'homogénéité presque parfaite de la matière fondue; celles relatives aux autres échantillons présentent des cristaux plus ou moins bien développés noyés au milieu d'un eutectique très net.

II. *Étude chimique.* — Les essais ont principalement porté sur divers produits obtenus par fusion des constituants suivant les proportions indiquées en B, car les culots ainsi formés présentaient toujours à la partie inférieure des cristaux de plusieurs millimètres de longueur faciles à isoler mécaniquement. L'analyse des silicates a été conduite d'après les méthodes habituelles : fusion avec carbonate de soude, reprise par l'acide nitrique, évaporation à sec pour dosage de la silice, emploi de la méthode Deville pour séparer l'alumine, dosage de la chaux par l'oxalate d'ammoniaque.

1° Une première série d'analyses a été faite sur des cristaux isolés à la pince. Moyenne des résultats obtenus : SiO^2 — 20,5; Al^2O^3 — 38,3; CaO — 40,1;

2° Dans un autre échantillon j'ai analysé d'une part les cristaux séparés à la main (1), d'autre part des prises d'essai faites dans la partie supérieure du culot (2) :

	SiO^2.	Al^2O^3.	CaO.
(1)……………………	21,8	37,9	40,3
(2)……………………	24,3	33,4	42,3

3° Dans une dernière série d'essais, j'ai employé l'iodure de méthylène pour séparer les éléments de densités différentes constituant la masse fondue, après avoir préalablement déterminé la densité des cristaux de la partie inférieure du culot. Ces cristaux, de densité 3,05, ont donné à l'analyse : SiO^2 — 21,4; Al^2O^3 — 36,4; CaO — 41,7.

La séparation a été effectuée sur un morceau de matière de forme parallélépipédique découpé dans toute la hauteur de la masse fondue et convenablement pulvérisé pour l'emploi de la méthode des liquides lourds. Les résultats ont été les suivants :

Densités.	SiO^2.	Al^2O^3.	CaO.	Quantités relatives.
2,80……..	16,5	34,6	49,2	2 pour 100
2,85……..	21,3	32,4	46,4	5 »
2,90……..	23,9	27,9	48,2	15 »
3,00……..	23,5	36,6	40,9	78 »
3,05……..	21,25	38,3	40,4	

Les diverses analyses relatives au silicate de formule $SiO^2, Al^2O^3, 2CaO$ sont résumées dans le Tableau ci-dessous :

					Moyenne.	Théorie.
SiO^2…………	20,5	21,8	21,4	21,25	21,25	21,9
Al^2O^3…………	38,3	37,9	36,4	38,3	37,7	37,2
CaO…………	40,1	40,3	41,7	40,4	40,7	40,9

La concordance entre les données fournies par l'examen de la surface de fusibilité, l'étude micrographique et l'analyse chimique permet de conclure à l'existence de la combinaison définie SiO^2, Al^2O^3, $2CaO$.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la constitution et les propriétés des aciers au bore.* Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Le Chatelier.

En 1895, MM. Moissan et Charpy ont communiqué à l'Académie des Sciences les résultats de leurs recherches sur un acier au bore contenant 0,17 pour 100 de carbone et 0,58 pour 100 de bore.

Leurs conclusions peuvent se résumer comme suit :

1° L'acier considéré donne un point critique à 1140° en dehors des points A^3, A^2, A^1;

2° Les propriétés mécaniques varient de la façon suivante avec le traitement thermique.

Traitement.	R.	A pour 100.	Traitement.	R.	A pour 100.
Forgé et recuit.	46	11	Trempé à 1100°.	129,5	3,1
Trempé à 800°..	85,6	5,1	Trempé à 1200°.	92,3	0,9
Trempé à 900°..	120	2,7			

De plus, MM. Moissan et Charpy ont remarqué que la dureté des aciers au bore n'augmente pas par la trempe.

Nous avons fait une étude systématique des aciers au bore; la préparation de ces alliages ne présente aucune difficulté spéciale, le ferrobore est un produit obtenu couramment au four électrique.

Propriétés mécaniques. — Le Tableau suivant donne les analyses et les propriétés mécaniques des aciers examinés.

Composition.						Propriétés mécaniques à l'état normal.					Propriétés mécaniques à l'état trempé à 850°.				
						Essai à la traction.				Essai au choc (1) en kilogrammètres.	Essai à la traction.				Essai au choc en kilogrammètres.
C.	Bo.	Mn.	Si.	S.	Ph.	R.	E.	A p. 100.	Σ.		R.	F.	A p. 100.	Σ.	
0,180	0,215	0,076	0,232	0,012	0,023	37,5	20,2	34,5	57,5	3	68,5	57	7,5	36,5	6
0,224	0,462	0,292	0,163	0,015	0,015	39,6	20,2	27	55	3	147,5	100	6,5	30,6	6
0,207	0,844	0,600	0,792	0,014	0,013	50,1	29,8	14,0	26,8	3	175	130	4	10,6	6
0,281	1,514	0,600	0,641	0,005	0,018	51,7	31,5	5,5	4,5	2	120	126	1	0	3
0,475	0,155	0,370	0,283	0,020	0,020	51	34,5	17	27,3	2	A mal cassé.				3
0,595	0,406	0,295	0,292	0,016	0,023	54	39	18	22,8	3	Id.				1

Ces essais montrent nettement l'influence du bore qui augmente la

(1) Ces essais ont été faits sur barrettes entaillées suivant la méthode Frémont.

charge de rupture à l'état normal et surtout d'une façon intense après trempe.

On remarquera tout spécialement la grande fragilité de tous ces aciers normaux, bien que les allongements de quelques-uns atteignent 27 et 34,5 pour 100.

On notera aussi que la fragilité est généralement moindre après trempe; la microstructure nous donnera l'explication de ce fait.

Enfin, il est à retenir que le pourcentage du bore qui donne le maximum d'effet pour les aciers peu carburés est de 0,8 pour 100.

Microstructure. — Lorsqu'on examine la structure de ces aciers, après attaque à l'acide picrique, on aperçoit de la perlite en quantité légèrement inférieure à celle qui correspond à la teneur en carbone de l'acier. La ferrite présente une coloration un peu irrégulière qui semble indiquer la présence d'une solution solide fer-bore. De plus, elle montre quelques grains ronds, très durs, que met en relief le polissage. Si l'on attaque au picrate de soude, tous ces grains apparaissent en brun noir, comme la cémentite.

L'importance de ce constituant spécial croît avec la teneur en bore et cela sans que la perlite diminue.

La trempe à 850° fait disparaître ces grains ronds dans les aciers à faible teneur en bore; mais, dès que cet élément est en quantité un peu importante (0,8 pour 100 environ), le constituant spécial subsiste même lorsque la trempe est faite à 1200° et que le temps de chauffage avant trempe est prolongé.

Un recuit à haute température développe un peu les grains ronds; la cémentation n'a pas d'influence sur la plus ou moins grande quantité de ce corps, mais un recuit oxydant (en présence d'oxyde de fer) le détruit.

Il faut conclure de là à l'existence d'un borocarbure de fer à faible teneur en carbone. La teneur en bore de l'acier intervient seule dans la plus ou moins grande quantité de ce constituant.

Conclusions. — En résumé, ces recherches montrent que :

Les aciers au bore normaux sont constitués par une solution solide fer-bore à très faible teneur en bore, de la perlite et un corps spécial qui paraît un borocarbure de fer;

La présence de ce composé amène une très grande fragilité, qui disparaît par trempe, lorsque ce composé entre lui-même en solution;

Enfin, les propriétés des aciers au bore trempés méritent d'attirer l'attention des industriels.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Condensation des éthers oxaliques avec les amines aromatiques tertiaires*. Note de **M. A. Guyot**, présentée par M. A. Haller.

J'ai observé que les éthers oxaliques jouissent de la propriété inattendue de réagir sur les amines aromatiques tertiaires en présence de chlorure d'aluminium pour donner naissance, avec des rendements sinon quantitatifs du moins très satisfaisants, à une série de produits de condensation plus ou moins avancés selon les conditions dans lesquelles on opère.

A basse température et en présence d'une faible quantité de chlorure d'aluminium, on obtient tout d'abord un éther dialcoylamidophénylglyoxylique :

$$CO^2R - CO^2R + C^6H^5 - NR_2^1 = ROH + R_2^1N - C^6H^4 - CO - CO^2R.$$

Cet éther disparaît rapidement et fait place à un produit de condensation plus avancé, un éther tétraalcoyldiamidophénylglycolique, dès que la température s'élève ou qu'on opère en présence d'une plus grande quantité de chlorure d'aluminium :

$$CO^2R - CO^2R + 2C^6H^5 - NR_2^1 = ROH + \begin{matrix} R_2^1N - C^6H^4 \\ R_2^1N - C^6H^4 \end{matrix}\!\!>COH - CO^2R.$$

Enfin, à plus haute température, en milieu moins dilué et en présence d'un large excès de chlorure, l'éther glycolique disparaît à son tour et l'on obtient, comme produit de condensation ultime, l'éther d'un acide hexaméthyltriamidotriphénylacétique :

$$CO^2R - CO^2R + 3C^6H^5 - NR_2^1 = ROH + H^2O + \begin{matrix} R_2^1N - C^6H^4 \diagdown \\ R_2^1N - C^6H^4 - \\ R_2^1N - C^6H^4 \diagup \end{matrix} C - CO^2R.$$

Cette faculté de condensation des éthers oxaliques avec les amines aromatiques tertiaires semble présenter un grand caractère de généralité et je l'ai observée avec toutes les amines et tous les éthers sur lesquels j'ai eu l'occasion d'essayer. Toutefois les rendements, qui sont généralement compris entre 50 et 75 pour 100 du rendement théorique, sont très médiocres lorsqu'on opère avec l'oxalate de méthyle, par suite sans doute de la grande facilité avec laquelle ce composé s'altère par saponification.

Parmi les nombreuses réactions auxquelles se prêtent ces nouveaux pro-

duits de condensation, en particulier les éthers glyoxyliques et glycoliques grâce à l'extrême plasticité de leur molécule, je ne signalerai ici que la propriété commune à ces trois classes de composés de dégager de l'oxyde de carbone au contact de l'acide sulfurique concentré, à des températures comprises entre 100° et 150° en donnant *quantitativement* :

Les éthers glyoxyliques :

Des acides dialcoylamidobenzoïques, $R^2N - C^6H^4 - CO^2H$;

Les éthers glycoliques :

Des tétraalcoyldiamidobenzophénones, $R^2N - C^6H^4 - CO - C^6H^4 - NR^2$;

Les éthers acétiques :

Des hexaalcoyltriamidotriphénylcarbinols, $(R^2N - C^6H^4)^3 \equiv C - OH$.

Or, ces produits de décomposition sont précisément les termes qui prennent naissance par condensation du gaz phosgène avec les amines aromatiques tertiaires et qu'on prépare aujourd'hui industriellement par cette méthode. Nous disposons donc, grâce à cette faculté de condensation des éthers oxaliques, d'un procédé nouveau permettant d'obtenir ces composés sans employer le chlorure de carbonyle d'un maniement si pénible.

Indépendamment de l'intérêt que peut présenter au point de vue industriel ce nouveau mode de formation des colorants du triphénylméthane et des composés qui s'y rattachent, il convient aussi de remarquer que cette synthèse jette quelque clarté sur le mécanisme de formation de tout un groupe de colorants; les acides rosolique et pararosolique, le bleu de diphénylamine, les oxaléines, etc., prennent naissance, comme on sait, par condensation de l'acide oxalique avec les phénols et les amines, en vertu d'une réaction particulière sur laquelle on n'est pas encore fixé; aucune des nombreuses hypothèses qui ont été émises à ce sujet ne rend compte des faits d'une façon satisfaisante. Or il nous semble logique d'admettre que ces colorants prennent naissance par un processus de réactions analogue à celui que nous venons d'esquisser; toutefois les acides glyoxyliques, glycoliques et triphénylacétiques qui se forment intermédiairement sont beaucoup moins stables que leurs éthers, ainsi que je le montrerai sur quelques exemples; à chaud, c'est-à-dire précisément dans les conditions où ils prennent naissance, ils se décomposent facilement en perdant de l'oxyde de carbone et de l'anhydride carbonique, et cette instabilité explique à la fois les mauvais rendements en colorants et l'impossibilité

d'isoler ces acides intermédiaires dont la présence aurait permis d'établir le mécanisme de la réaction.

BOTANIQUE. — *Sur quelques plantes à caoutchouc du sud de Madagascar.* Note de MM. **J. Costantin** et **H. Poisson**, présentée par M. Ed. Perrier.

M. Geay, qui vient de parcourir à nouveau en 1906 les provinces de Tuléar et de Fort-Dauphin, a rapporté plusieurs espèces à caoutchouc qui sont l'objet, dans ces contrées, d'une exploitation assez intéressante de la part des indigènes.

Dans la région du Sud-Ouest (province de Tuléar), les deux plantes qui portent les noms indigènes de *Kokomba* et de *Kidroa* (¹) sont traitées seulement pour leurs racines. Stimulés par la nécessité d'acquitter l'impôt, les Malgaches ont été amenés à découvrir des plantes caoutchoutifères nouvelles, telles que le *Kompitsé* et les espèces précédentes (²). En même temps que le besoin éveillait l'esprit d'observation, il suscitait chez les *Baras* et les *Tambolos* la découverte d'un procédé d'extraction inconnu jusqu'alors à Madagascar dont voici la description.

Les racines arrachées sont d'abord exposées au soleil pour amener la rapide coagulation du latex acide sous l'influence de la chaleur. Les racines sont alors réunies en fagots et transportées au village afin d'en opérer la décortication par battage à la main, à l'aide d'un morceau de bois dur. L'écorce obtenue est passée au pilon, puis exposée au soleil et mise à bouillir avec de l'eau de façon à éliminer la plus grande partie de l'écorce désagrégée et libre. Comme une première opération ne suffit pas, on répète une deuxième, puis une troisième fois le séchage et le traitement par l'eau bouillante. La troisième opération permet de façonner le produit en boules constituant la forme commerciale.

L'exposé précédent nous montre que des peuplades malgaches habitant loin de la côte ont découvert une méthode d'extraction du caoutchouc

---

(¹) Ces deux espèces vivent sur une large zone qui coupe du Nord-Ouest au Sud-Est les pays Bara et Tambolo. Une autre sorte Kokomba se retrouve dans le sud de l'île, près des monts Kokomba en pays Antandroy et près de Soaneriano, chez les Tanosy.

(²) Le *Kompitsia* (Costantin et Gallaud, *Comptes rendus*, 1906) a été décrit l'année dernière; il est, d'après la nouvelle exploration de M. Geay, l'objet d'une exploitation assez importante.

analogue (plus grossière il est vrai) à celle pour laquelle des brevets ont été pris dans ces dernières années en Europe. C'est là un fait assez intéressant relatif à l'esprit d'invention chez les primitifs (¹).

Le *Kokomba* est un *Mascarenhasia* nouveau, que nous nommerons *M. Geayi*, dont les caractères essentiels sont les suivants :

Grand arbuste de 3^m de haut. Feuilles elliptiques 4^{cm}-6^{cm} × 2^{cm}-$3^{cm},5$ à sommet arrondi ou quelquefois aigu ; pétiole 5^{mm}-7^{mm}. Jeunes pousses et nervures foliaires poilues. Fleurs isolées, à pédoncule de $1^{cm},5$-2^{cm} ; calice 7^{mm}; corolle $3^{cm},5$ (non complètement épanouie) à tube cylindrique 12^{mm}; disque nectarifère plus petit que l'ovaire formé de 5 pièces, 2 pièces simples, une troisième très large et dentée, les quatrième et cinquième pièces soudées ensemble; ovaire poilu au sommet. Montagnes gréseuses, district de Tongobory. Bon caoutchouc extrait des racines qui sont noires (²).

Le *Kidroa*, dont nous n'avons pu étudier qu'une fleur (³), est un autre *Mascarenhasia* qui paraît assez voisin de *M. pallida*, mais qui en diffère par ses feuilles plus longues et moins larges; on peut l'appeler *M. Kidroa*.

Petit arbre. Jeunes pousses velues. Feuilles à limbe allongé, pointu, étroit 7^{cm}-$7^{cm},5$ sur 2^{cm}-$2^{cm},5$; pétiole 7^{mm} ; nervures poilues. Fleur (dont le calice et la base manquent), à tube de 4^{cm}; partie inférieure cylindrique et rétrécie $2^{cm},5$ de long sur 2^{mm}-3^{mm} de large; partie supérieure élargie $1^{cm},5$ de long sur 6^{mm} de large; partie libre des pétales 15^{mm} de long sur 10^{mm} de large. Étamines à la base de la partie élargie. Racines couleur chocolat. District d'Ankazoabo; zone gréseuse (⁴).

Dans la région de Fort-Dauphin, il y a à mentionner deux *Landolphia* nouveaux dont nous avons pu étudier les fruits assez caractérisés, qui sont très distincts de ceux des espèces de l'Ouest (*L. sphærocarpa*, *Perrieri* et

(¹) On sait que, dans l'Angola, les nègres ont découvert un procédé semblable avec le caoutchouc d'herbes (*Kimene Sambesi expedition*).

(²) D'après J. Cloisel, à Fort-Dauphin, le nom de « Koucoumba » est appliqué à une plante qui est, d'après l'herbier du Muséum (n° 79), le *Mascarenhasia speciosa* Scott Elliot. C'est une espèce tout à fait différente de la précédente.

(³) C'est le chef des Bara-imamono, le roi Ampoinimerina, qui a envoyé quérir cette fleur par ses sujets à la demande de M. Geay. On n'en découvrit pas d'autres. C'est un chef puissant que l'on doit ménager, car il peut mobiliser 30000 guerriers en 24 heures.

(⁴) Il y a dans l'Herbier du Muséum une plante sans étiquette d'origine qui porte le nom de *Kidroa;* elle s'applique au *Mascarenhasia phyllocallyx* var. de M. Dubard. Cet auteur n'a pas mentionné ce nom dans sa monographie du genre (*Bull. Soc. bot.*, 1906, p. 255-294). Cette espèce a des feuilles différentes de celles du *M. Kidroa*.

tenuis) et des espèces de l'Est dans la région donnée par M. Prudhomme [1] comme caractéristique du *Landolphia madagascariensis;* récemment, nos connaissances sur les plantes à caoutchouc de la côte Est ont été modifiées par un important travail de M. Pierre, qui a montré que le *L. madagascariensis,* d'après les études de M. Thiry, inspecteur des Eaux et Forêts à Madagascar [2], ne contient qu'un latex de coagulation difficile et un produit non élastique (nom vulgaire, *Robanga*); les véritables lianes productrices de caoutchouc seraient le « Mandrianambo » (*L. Mandrianambo*), le « Fingomainty » (*L. hispidula*), le « Fingobary » (*L. Dubardi*) et le « Talandoha » (*L. Richardiana*). Ces diverses espèces ont été uniquement signalées dans la région de Maroansetra, c'est-à-dire vers le Nord, dans les environs de la baie d'Antongil.

M. Geay a découvert (en dehors de la zone d'extension de la liane « Voahena ») aux environs de Fort-Dauphin deux *Landolphia* appelés par les indigènes « Mamolava » et « Mamavo » qui nous paraissent nouveaux et dont voici les diagnoses.

Landolphia mamolava sp. nov. — Liane à feuilles ovalaires, à acumen arrondi, $6^{cm} \times 3^{cm}$; pétiole 1^{cm}; quelques feuilles plus larges sont peu échancrées au sommet $5^{cm} \times 3^{cm},5$. Fruit ovoïde de 6^{cm}-7^{cm} de long sur 5^{cm} de large, rétréci au sommet libre qui est un peu ombiliqué; plusieurs sillons à la base et le pédoncule s'attachant dans une partie rentrante; très légère tendance à la dissymétrie du fruit à la base et au sommet qui est un peu de côté. Nom indigène : « Voahena mamolava ». Environs de Fort-Dauphin.

Landolphia mamavo sp. nov. — Liane à petites feuilles, rétrécies à la base et terminées en pointe un peu mucronée, à sommet arrondi, $4^{cm} \times 2^{cm}$; pétiole 3^{mm}. Fruits pyriformes 5^{cm} à $5^{cm},5$ de large sur 6^{cm} de haut. Nom indigène « Voahena mamovo ».

BOTANIQUE. — *Observations sur la constitution de la membrane des Péridiniens.* Note de M. **Louis Mangin**, présentée par M. Guignard.

Je me propose, dans cette Note, de préciser les données encore incertaines sur la nature de la membrane des Péridiniens.

---

(1) PRUDHOMME, *L'Agriculture sur la côte Est de Madagascar*, 1901, p. 20, *Pl. III*. — Voir aussi JUMELLE, *Les plantes à caoutchouc et à gutta-percha*, 2e édit., 1903, p. 325.

(2) PIERRE, *Sur quelques Landolphiées nouvelles de Madagascar* (*Agricult. prat. des pays chauds*, 1904, p. 107). — THIRY, *Bull. économ. de Madag.*, 1903, p. 1, 11 et 215.

Il y a lieu de distinguer les Péridiniens en état de vie active se déplaçant avec leurs cils, et les Péridiniens en état de vie ralentie, passant l'hiver à l'état enkysté. Chez les premiers, la carapace, plus ou moins épaisse et ornée, est formée de cellulose presque pure. On peut s'en convaincre par l'action des réactifs iodés (acides ou chlorures concentrés mélangés à l'iode), par l'action des couleurs de benzidine ou de toluidine en bain alcalin.

Non seulement cette cellulose présente toutes les réactions colorantes de la substance définie sous ce nom, mais, contrairement à l'opinion émise par Schütt, elle en possède aussi la solubilité dans le réactif de Schweitzer. Toutefois, cette solubilité ne se manifeste qu'après l'action des agents qui l'ont ramenée à l'état d'hydrocellulose.

La cellulose des Péridiniens, aussi bien d'eau douce (*Ceratium cornutum*, *C. hirundinella*) que marins (*C. Tripos, Peridinium* divers), manifeste alors tous les caractères de celle qui constitue les membranes d'un certain nombre de Phanérogames aquatiques (*Acorus calamus*, etc.). Ces membranes présentent en effet une résistance spéciale aux agents de destruction et leur cellulose avait été primitivement décrite comme insoluble dans le réactif de Schweitzer. J'ai montré que cette cellulose devient soluble après l'action des acides.

Contrairement à ce qui se passe chez la plupart des Algues, où les composés pectiques jouent un si grand rôle dans la gélification des membranes, ces substances manquent dans la carapace des Péridiniens (*Ceratium cornutum*) ou existent en très petite quantité (*Peridinium tabulatum*).

J'ai cherché à me rendre compte du mode d'union des diverses pièces qui constituent la carapace des Péridiniens, pièces qui se disjoignent facilement par la pression et rapidement sous l'action des acides faibles, tels que l'acide picrique.

L'absence des composés pectiques exclut la présence du ciment de pectates calcaires qui contribue, comme je l'ai établi, à réunir les cellules du parenchyme mou des Phanérogames et des Cryptogames vasculaires.

Certains faits m'autorisent à penser que les lignes de suture des pièces de la carapace sont marquées par la disparition lente de la cellulose, de manière qu'à l'état adulte les plaques ne sont plus réunies que par contiguïté, ou au moyen de résidus minéraux que les acides, même les plus faibles, dissolvent rapidement.

Quand la disparition de la cellulose le long des lignes de suture est complète, la dissociation de la carapace est rapide (*Ceratium cornutum, C. hirundinella*, *C. Tripos, etc.*). Si elle est incomplète, la dissociation est difficile à réaliser (*Peridinium tabulatum*).

La constitution de la membrane des Péridiniens paraît homogène à l'origine et formée de cellulose pure; mais, à mesure que cette membrane

s'épaissit et se différencie, la cellulose se dépose en quantité plus considérable à l'extérieur, à l'inverse de ce qui a lieu chez les autres Algues; il reste à la face interne une fine membrane incolore, sorte d'enveloppe anhiste, que je n'ai pu encore déceler par aucun réactif colorant,

L'existence de cette partie de la membrane est cependant facile à observer sur les fragments de carapace qui ont commencé à s'altérer, soit sous l'influence de la putréfaction, soit sous l'action des réactifs. Quand on colore ces fragments par les couleurs de benzidine après l'action de la potasse caustique, on voit que certains d'entre eux ne présentent plus que des îlots colorés, entièrement séparés les uns des autres; cependant, ces îlots demeurent réunis par une fine lame incolore qui conserve le contour du fragment de carapace.

La membrane des carapaces de Péridiniens est donc constituée par de la cellulose associée à une nouvelle substance fondamentale remarquable par son inertie vis-à-vis des réactifs colorants.

Chez les Péridiniens à vie ralentie qui présentent des kystes, la membrane du kyste, formée à l'intérieur de la carapace, est remarquable par son épaisseur et par sa simplicité, car elle est dépourvue d'ornements. Par contre, sa constitution chimique est très complexe, car on y trouve intimement associées les trois substances fondamentales que j'ai signalées, à savoir : la cellulose, les composés pectiques et la callose.

La cellulose et les composés pectiques existent seuls dans les membranes, encore minces, des jeunes kystes, puis, à mesure que la membrane s'épaissit, ces substances s'y répartissent comme dans les tissus des Phanérogames, la cellulose surtout interne, les composés pectiques plus abondants vers l'extérieur. Quant à la callose, elle apparaît un peu plus tard et il semble, sans que j'en puisse fournir encore la preuve, que son apparition soit liée, comme dans la membrane diffluente du sporange de certaines Mucoracées, à la dissolution de la membrane du kyste au moment de la germination.

Quoi qu'il en soit, la membrane du kyste du *Ceratium cornutum* est le seul exemple, à ma connaissance, de la réunion des trois substances fondamentales. Ce fait, rapproché de la constitution toute spéciale de la carapace des Péridiniens libres, justifie, avec les autres caractères de ces êtres singuliers, l'idée d'en former un groupe spécial au milieu des autres Algues.

BOTANIQUE. — *Sur la délimitation et les relations des principaux genres d'Illipéées.* Note de M. Marcel Dubard, présentée par M. Gaston Bonnier.

On sait que les *Sapotacées* sont actuellement divisées en deux grandes tribus, *Palaquiées* et *Mimusopées,* basées sur l'absence ou la présence d'appendices dorsaux aux pétales. Les *Illipinées* constituent une première sous-tribu des *Palaquiées,* caractérisée par une androcée typiquement diplostémone et comprenant toujours au moins deux verticilles d'étamines fertiles. Dans cette sous-tribu, toute une série de genres se distinguent par l'hétéromérie du calice et de la corolle; le nombre des pièces du calice est généralement de 4, en deux paires croisées, dont l'une interne par rapport à l'autre; le nombre des lobes de la corolle est alors typiquement de 8, peut d'ailleurs s'élever souvent au-dessus de ce chiffre ou s'abaisser accidentellement de quelques unités, mais en restant supérieur à 4.

Le groupe des *Illipéées* ainsi défini est très homogène et pourrait à la rigueur ne constituer qu'un seul genre. Si cependant, pour la clarté de la classification, on cherche à le subdiviser, il faut bien vite reconnaître que les cadres actuellement admis ne correspondent point aux affinités véritables des espèces et ne permettent guère la désignation générique indubitable d'un nouvel échantillon. C'est ce qu'avait reconnu le botaniste L. Pierre, comme en témoignent les Notes manuscrites de son herbier; en examinant les abondants matériaux qu'il avait accumulés, je suis arrivé à admettre 5 genres principaux dans ce groupe, avec les correspondances suivantes :

1° *Illipe* (partie du g. *Illipe* de König, admis par Engler) [1].

2° *Payena* (section *Eupayena* d'Engler, partie du g. *Payena* de de Candolle).

3° *Kakosmanthus* [2] (genre d'Hasskoul avec extension, rangé comme section dans les *Payena* par Engler).

4° *Dasyaulus* (genre de Thwaites avec extension, rangé dans les *Illipe* par Engler).

5° *Ganua* (genre inédit de Pierre, correspond partie aux *Illipe* König, partie aux *Payena* D. C.).

---

[1] Engler, *Sapotaceæ,* in *Pflanzenfamilien,* t. IV, p. 1.

[2] Ce genre a été admis par Pierre avec la signification que je lui donne (Pierre, *Notes botaniques,* p. 31).

Me réservant de préciser dans un travail plus détaillé les limites de ces divers genres et de grouper autour d'eux quelques genres secondaires, je me propose seulement dans cette Note de justifier ma manière de voir, par l'examen des caractères les plus importants des Illipéées et de montrer que nous avons affaire à cinq centres de classification plus naturels que les anciens.

a. Nervation de la feuille. — De la nervure principale partent des nervures secondaires (*costules*) reliées entre elles par des arcs vasculaires bien nets; chez les *Illipe* et *Kakosmanthus*, entre les costules espacées et saillantes, on ne trouve que des nervures transversales, beaucoup plus ténues et dessinant un réseau; chez les *Payena*, les costules sont plus rapprochées et plus fines et, du milieu de l'arc vasculaire qui relie deux costules consécutives, part une fine nervure parallèle qui descend en se ramifiant vers la nervure principale; les petites nervures transversales sont peu nombreuses, à peine visibles; chez les *Dasyaulus*, la nervation est intermédiaire, avec nervures intercalaires parallèles aux costules, non ramifiées et fines nervures transversales, enfin la nervation des *Ganua* tient à la fois de celle des *Dasyaulus* et des *Payena*.

b. Corolle. — La corolle est constituée par un tube que surmontent les lobes pétalaires; la longueur du tube varie par rapport aux lobes. Chez les *Illipe*, en général, le tube est notablement plus long que les lobes, tandis que l'inverse a plutôt lieu chez les autres genres. Il y a relation avec la disposition des étamines. S'il se produit de bonne heure un arrêt de développement dans le tube de la corolle, les étamines de deux cycles s'insèrent sensiblement au même niveau et le tube reste court; si le développement se continue, les cycles staminaux s'espacent et le tube est notablement plus long; enfin la corolle peut être incluse dans le calice (*Kakosmanthus*, *Ganua*).

c. Disposition des ovules. — La place occupée par les ovules dans les loges fournit un caractère important; chez la plupart des Illipéées, chaque ovule remplit à peu près la loge correspondante et s'insère vers le milieu du placenta; chez les *Kakosmanthus* et les *Ganua*, las ovules sont insérés à la base des loges; la partie supérieure de celles-ci est vide et les cloisons séparatrices dans cette région, au lieu de confluer vers un axe central, sont indépendantes les unes des autres.

d. Fruit. — Le fruit qui est une baie possède un péricarpe plus ou moins charnu; cependant, chez les *Ganua* ce péricarpe est excessivement mince et ligneux, et c'est peut-être là le meilleur caractère distinctif de ce genre.

f. Graine. — Le développement de l'albumen est très variable. Alors que les *Payena* ont un albumen abondant et des cotylédons foliacés, les *Illipe* possèdent des cotylédons charnus remplissant presque entièrement l'intérieur de la graine et l'albumen s'y réduit à une mince couche de tissu qui tapisse le tégument et peut facilement s'en séparer; mais l'albumen ne paraît jamais faire complètement défaut, comme on l'a souvent écrit; il en est à peu près de même chez les *Ganua*. Quant aux genres *Kakosmanthus* et *Dasyaulus*, ils paraissent posséder des cotylédons charnus avec un albumen plus ou moins abondant, les *Dasyaulus* se rapprochant plutôt des *Payena* et les *Kakosmanthus* des *Illipe*.

En résumé, les caractères précédents suffisent à définir nettement les cinq genres principaux auxquels nous rattachons les Illipéées; ils montrent que ces genres constituent une série dont les termes extrêmes sont les *Illipe* et les *Payena*, tandis que les *Kakosmanthus*, *Dasyaulus* et *Ganua* sont intermédiaires, à peu près au même degré, mais pour des raisons différentes.

Ces trois derniers genres considérés deux à deux montrent d'ailleurs des affinités réciproques très nettes.

Les anciens genres *Illipe* et *Payena* apparaissent en outre comme dépourvus d'homogénéité puisque les *Dasyaulus* qui résultent du démembrement du premier se rapprochent beaucoup des *Payena* par la nervation de la feuille, par la disposition de la corolle et des étamines, et le développement de l'albumen et que les *Kakosmanthus* extraits des *Payena* se rapprochent, au contraire, des *Illipe* par la nervation et le développement de l'albumen.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière sur l'assimilation des réserves organiques des graines et des bulbes par les plantules, au cours de leur germination*. Note de M. W. **Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

A plusieurs reprises j'ai signalé que l'intensité lumineuse joue un rôle important dans le phénomène d'assimilation des matières organiques par les plantes supérieures [1]. En continuant mes recherches sur cette question, j'ai entrepris cet hiver des expériences sur la germination des graines et des bulbes à diverses intensités lumineuses.

Pour donner aux plantes des quantités différentes de lumière, j'ai appliqué la même méthode que j'avais employée précédemment [2]. Une série de cultures a été constituée cette fois par six lots de graines ou de bulbes. Je fais germer le premier lot sous une cloche de verre transparente, le second lot sous une cloche recouverte par une feuille de papier blanc, le troisième lot sous une cloche recouverte par trois feuilles et le quatrième lot sous une cloche recouverte par six feuilles du même papier; enfin, pour le cinquième lot la cloche était recouverte d'une feuille de papier noir et pour le sixième lot de deux feuilles de papier noir. J'expose

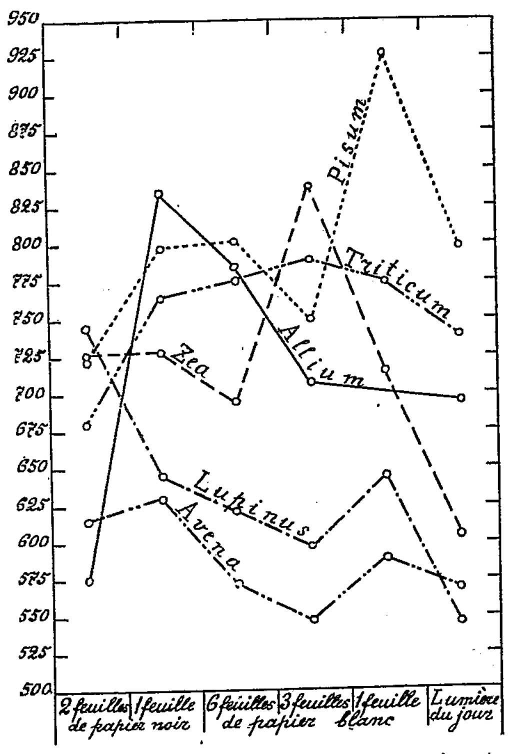
[1] *Comptes rendus*, 8 octobre 1906; *Revue générale de Botanique*, t. XVIII, 1906.
[2] *Loc. cit.* (*Comptes rendus*, 8 octobre 1906).

ensuite mes cultures dans une salle du laboratoire de façon que toutes les cloches d'une même série soient éclairées de la même manière par la lumière diffuse du jour. Il est bien entendu que je choisis pour les lots d'une même série des graines ou des bulbes aussi semblables que possible.

Pour déterminer l'accroissement des plantules, leur longueur, leur poids frais et leur poids sec, on doit sectionner les tiges et les racines au niveau des bulbes ou des graines, afin de les séparer des parties qui renferment des réserves organiques (albumen, cotylédons, etc.).

J'ai étudié ainsi la germination des bulbes d'*Allium Cepa*, des grains de Blé et d'Avoine, des graines de Pois, de Maïs et de Lupin blanc.

Dans la plupart des expériences, l'étiolement des plantules est complet sous les cloches entourées par six feuilles de papier blanc, ainsi que sous les cloches recou-



Poids sec des plantules à diverses intensités lumineuses. Les ordonnées représentent en milligrammes le poids sec de 1 plantule pour l'*Allium*, de 50 pour le Blé, de 20 pour le Pois, de 10 pour le Maïs, de 75 pour l'Avoine et de 5 pour le Lupin.

vertes par une ou par deux feuilles de papier noir. On ne constate que des traces de chlorophylle sous les cloches entourées par trois feuilles de papier blanc; cependant

les plantules d'*Allium* montrent encore la présence de ce pigment sous les cloches recouvertes par six feuilles de papier blanc et même sous celles entourées par une feuille de papier noir.

La quantité d'eau contenue dans les plantules ne varie que très peu. Au contraire, le poids sec des plantules varie beaucoup avec l'intensité lumineuse. Les courbes ci-contre montrent ces variations. Sur l'axe des abscisses sont marqués les points correspondant à différentes intensités lumineuses. Les ordonnées représentent les valeurs moyennes du poids sec des plantules, obtenues au cours de plusieurs expériences sur chacune des espèces.

Comme on le voit d'après les courbes, le maximum du poids sec des plantules ne correspond pas à la plus forte intensité de la lumière. Comme j'ai opéré à la faible lumière du jour pendant l'hiver, l'assimilation chlorophyllienne des plantules était très réduite; par conséquent, nous pouvons considérer les quantités de matière sèche obtenues dans les cultures, même les mieux éclairées, comme provenant presque exclusivement de l'assimilation de réserves organiques par les plantules.

Nous voyons alors que le poids sec des plantules de Blé, de Maïs, d'*Allium* et de Pois augmente avec la lumière jusqu'à une valeur maxima, et ensuite diminue. Cette valeur maxima pour les trois premières plantes correspond à des intensités lumineuses, pour lesquelles on constate le début de la formation de la chlorophylle.

Le poids sec des plantules de Blé, de Pois et d'*Allium*, développées à la lumière diffuse du jour, est plus grand que celui des plantules poussées à la plus grande ombre; le poids sec des plantules de Maïs, de Lupin blanc et d'Avoine à la lumière du jour est plus petit que pour les plantules des mêmes espèces exposées au minimum d'éclairement. Chez les deux dernières espèces, le maximum absolu du poids sec des plantules correspond à l'intensité lumineuse minima qu'on obtient sous la cloche entourée par deux feuilles de papier noir.

Voici maintenant les longueurs moyennes des plantules correspondant à la série des intensités lumineuses employées à partir de l'intensité minima. Pour l'*Allium*, les longueurs des plantules sans racines sont égales successivement à : $16^{cm},2$; $21^{cm},2$; 20^{cm}; 19^{cm}; $19^{cm},5$. Pour le Maïs : $15^{cm},5$; 14^{cm}; 16^{cm}; $16^{cm},5$; 15^{cm}; $12^{cm},7$. Pour le Blé : $10^{cm},7$; $11^{cm},6$; 12^{cm}; $12^{cm},2$; $12^{cm},5$; $11^{cm},6$. Pour l'Avoine : $13^{cm},5$; $11^{cm},9$; $11^{cm},5$; $11^{cm},3$; $11^{cm},1$; $10^{cm},9$. Comme on le voit, d'après ces nombres, le plus fort développement des plantules correspond sensiblement aux intensités lumineuses où l'on trouve le maximum du poids sec. Ce fait est très important, car il montre que les modifications (allongement des tiges, etc.) qu'on observe chez les plantes vertes développées, aux faibles intensités lumineuses, sont dues aux conditions de nutrition, et plus particulièrement aux conditions de l'assimilation des matières organiques accumulées dans la plante.

De tout ce qui précède, on peut tirer les conclusions suivantes :

1° *L'assimilation des matières organiques emmagasinées dans les graines ou bulbes par une plante supérieure est influencée par la lumière ;*

2° *Le maximum d'assimilation de ces substances correspond à une intensité lumineuse très faible qui suffit à peine ou ne suffit même pas pour que la plante*

puisse former de la chlorophylle. A partir de cette intensité, l'augmentation ultérieure de la lumière diminue l'assimilation de réserves organiques;

3° *La quantité maxima de matière sèche formée aux dépens des réserves organiques correspond à des valeurs absolues de l'intensité lumineuse, qui varient suivant les espèces.*

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le rôle des tubes criblés.* Note de M. MOLLIARD, présentée par M. Gaston Bonnier.

Depuis les travaux de Hanstein, on considère les tubes criblés comme servant au transport des matériaux organiques; diverses objections, appuyées sur des faits d'ordre anatomique, ont été faites à cette manière de voir, par exemple par Blass (¹); Chauveaud (²) y a répondu par des arguments de même nature, s'appuyant en particulier sur le fait, qu'il a mis en évidence, de l'apparition précoce des éléments libériens par rapport aux vaisseaux du bois. Dauphiné (³) a montré, d'autre part, que les rhizômes en voie de formation, c'est-à-dire au moment où ils emmagasinent des réserves, ont un liber relativement très développé; l'importance que prend ce tissu dans de tels organes paraît être en relation avec un apport considérable de substances organiques provenant des régions assimilatrices de la plante.

J'ai observé un certain nombre de faits qui viennent appuyer cette manière de voir et je crois intéressant de les rapporter parce qu'ils sont acquis par une voie expérimentale et se trouvent ainsi donner une nouvelle force aux interprétations tirées du développement normal.

Comparons des végétaux de même espèce croissant les uns sur une solution minérale, les autres sur le même liquide auquel on a ajouté une quantité assez considérable (10 pour 100 par exemple) d'un sucre tel que le glucose ou le saccharose; les individus à l'appareil radiculaire desquels on fournit des sucres les absorbent et les emmagasinent dans leur tige où ils ne tardent pas à constituer des matériaux de réserve; or, dans tous ces cas, la tige (il en serait de même de la feuille) présente un développement exagéré du liber par rapport aux échantillons auxquels on ne donne que

---

(¹) *Untersuchungen über die physiologische Bedeutung der Siebtheiles der Gefässbündel* (*Ber. d. Bot. deut. Ges.*, 1890).

(²) *Sur le rôle des tubes criblés* (*Rev. gén. Bot.*, 1897).

(³) *Recherches sur les variations de structure des rhizômes* (*Ann. sc. nat., Bot.*, 1906).

des substances minérales. Si nous examinons, par exemple, la tige d'un Ipomée (*Ipomæa purpurea* Lam.) qui s'est développé sur une solution exclusivement minérale, au moment où elle constitue ses tissus secondaires dans un rayon médullaire primaire, on observe que le liber est déjà constitué par d'assez nombreux éléments criblés, alors que le bois n'est encore représenté que par de rares vaisseaux ligneux; dans un échantillon auquel on a fourni une solution de saccharose à 10 pour 100, les tubes criblés sont beaucoup plus nombreux et, cependant, aucun vaisseau du bois n'est encore constitué; l'absorption du saccharose par la tige amène donc un développement plus considérable du liber et exagère le retard qui existe normalement entre sa différenciation et celle des éléments ligneux.

Mais les indications que nous fournit à cet égard le Radis sont encore plus démonstratives. J'ai montré précédemment que lorsque cette plante se développe sur une solution de glucose ou de saccharose en atmosphère confinée, la tige, dans sa région supracotylédonaire, prend les caractères externes et internes d'un rhizôme; or dans les conditions ordinaires cette tige présente, en ce qui concerne l'appareil vasculaire, une structure absolument normale; les tissus secondaires se différencient uniquement en éléments ligneux en dedans de l'assise génératrice, uniquement en éléments libériens en dehors de cette même assise; dans la tige artificiellement transformée en rhizôme il ne se développe encore que du liber en dehors de l'assise génératrice, ce tissu étant d'ailleurs plus abondant, mais le parenchyme secondaire interne donne non seulement des vaisseaux ligneux, mais aussi de nombreux vaisseaux libériens; la tubérisation de l'organe a donc amené la formation d'éléments criblés dans une région où ils n'apparaissent jamais dans les conditions ordinaires de végétation.

Pour retrouver ce liber intra-ligneux chez le Radis normal il faut s'adresser au tubercule, c'est-à-dire à l'axe hypocotylé; mais là encore l'existence de ce tissu en dedans de l'assise génératrice est liée à la tubérisation de l'organe; car si, grâce à certaines conditions extérieures, l'axe hypocotylé ne se renfle pas en tubercule, ses tissus secondaires subissent la même différenciation que dans la tige normale.

La formation du liber intra-ligneux paraît donc bien liée à l'accumulation de matériaux organiques dans l'axe du Radis, que la région de cet axe soit la tige, l'axe hypocotylé ou la partie supérieure de la racine principale, et l'ensemble des faits que je viens de rapporter précise la relation étroite qui existe entre le développement du tissu libérien dans un organe donné et la quantité de substances organiques qui arrivent à ce même organe.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Sur la grandeur comparée de l'action cardio-inhibitrice de divers sels de potassium administrés à même concentration moléculaire.* Note (¹) de MM. **H. Busquet** et **V. Pachon**, présentée par M. Dastre.

Les travaux de Dreser, Kahlenberg et True, Paul et Krönig (²), et surtout ceux de L.-C. Maillard et J. Lœb (³) ont montré que l'intensité des réactions biologiques manifestées sous l'influence de solutions salines était nettement en rapport avec la valeur des phénomènes de dissociation électrolytique présentés par ces mêmes solutions, dans l'hypothèse d'Arrhenius.

Poursuivies à ce point de vue, nos recherches ont porté sur l'étude des variations comparées de grandeur de l'action cardio-inhibitrice d'une série de sels de potassium. Nous avons choisi, d'une part, comme ion d'étude influençant le cation $\overset{+}{K}$, en raison de la netteté de son action cardiaque. Nous avons choisi, d'autre part, comme organe d'étude influencé le cœur isolé du lapin, en raison des conditions actuellement bien acquises qui rendent l'expérimentateur assez complètement maître de la régularité du fonctionnement de cet organe hors de l'organisme.

Le cœur isolé de lapin est entretenu en survie, grâce au procédé classique d'irrigation coronaire de Langendorff, par la circulation de liquide de Ringer, additionné de glucose et saturé d'oxygène, suivant l'indication complémentaire de Locke. Un dispositif expérimental approprié, essentiellement composé d'un système conjugué de ballons contenant les liquides de circulation sous pression d'oxygène et maintenus dans un thermostat à 40°, permet de faire circuler alternativement à travers le cœur soit la

---

(¹) Cette Note a été présentée dans la séance du 6 mai.

(²) Dreser, *Arch. f. exp. Path. u. Pharm.*, t. XXXII, 1893, p. 456. — L. Kahlenberg u. R.-H. True, *Botan. Gaz.*, t. XXII, 1896, p. 81. — Th. Paul u. B. Krönig, *Zeitschr. f. physik. Chem.*, t. XXI, 1896, p. 414; *Zeitschr. f. Hyg.*, t. XXV, 1897, p. 1.

(³) J. Lœb, *Physiologische Untersuchungen über Ionenwirkungen* (*Arch. f. d. ges. Physiol.*, t. LXIX, 1898, p. 1) et, depuis lors, divers Mémoires dans ce même Recueil et dans *Amer. Journ. of Physiol.* — L.-C. Maillard, *De l'intervention des ions dans les phénomènes biologiques* (*Journ. de Phys. et Path. gén.*, t. I, 1899, p. 651 et 673).

solution physiologique de Ringer-Locke [1], soit cette même solution additionnée d'un sel déterminé de potassium. Un manomètre et un thermomètre, disposés convenablement, donnent la pression ($0^m,03$ à $0^m,04$ Hg) et la température (36°-39°) du liquide de circulation à l'*entrée dans le cœur*.

Les sels de potassium, dont nous avons étudié comparativement la grandeur d'action cardio-inhibitrice, sont les suivants : *chlorure, bromure, iodure, nitrate, chlorate, ferrocyanure, formiate, acétate, lactate*. Ils ont tous été administrés à même concentration moléculaire. Le Tableau ci-dessous donne les poids de chaque sel respectivement contenus dans 1^l de solution Ringer-Locke. Les diverses solutions, *équimoléculaires*, correspondent à 1^g de KCl par litre, soit au titre $\frac{1}{74,5}$ normal.

Tableau des sels de K *expérimentés.*

Formule.	Poids moléculaire.	Poids dissous correspondant à $0^g,52$ K.
KCl	74,5	1^g
KBr	119	1,58
KI	166	2,21
KNO^3	101	1,34
$KClO^3$	122	1,62
$K^4Fe(CN)^6$, 3 aq	422	1,40
HCOOK	84	1,12
CH^3-COOK	98	1,30
$CH^3-CHOH-COOK$	128	1,70

L'expérience montre que ces divers sels de potassium, en solution au même titre $\frac{1}{74,5}$ normal, ne présentent pas une grandeur équivalente d'effets inhibiteurs sur le cœur isolé du lapin. Les uns exercent une action d'arrêt total : les ventricules arrêtés d'abord, puis les oreillettes, sont relâchés, leurs cavités très distendues, et les battements rythmiques ne reprennent que si, après avoir suspendu l'arrivée du liquide toxique, on fait circuler de nouveau à travers le cœur la solution physiologique de Ringer-Locke. C'est ainsi que se comportent le *chlorure*, le *nitrate*, l'*iodure* et le *bromure*, constituant donc le groupe le plus toxique. D'autres sels, au contraire, tels que le *ferrocyanure* et le *chlorate*, produisent un ralentissement considérable

[1] La formule utilisée dans nos expériences est la suivante : NaCl, 9^g; KCl, $CaCl^2$, $NaHCO^3$, chaque $0^g,20$; glucose, 1^g; H^2O, q. s. pour 1 litre.

du rythme cardiaque et une diminution également très notable de la force des contractions du cœur, mais ne parviennent pas à déterminer l'arrêt complet. D'autres enfin, comme le *formiate*, l'*acétate*, le *lactate*, produisent seulement du ralentissement du rythme et de la diminution de la force des contractions, dans des proportions moindres encore que les précédents.

En présence de tels résultats, justifiés par des graphiques très explicites, si l'on vient à les examiner du point de vue de la dissociation électrolytique, on ne peut pas ne pas être frappé du rapport étroit entre la grandeur de l'action cardio-inhibitrice et celle du coefficient de dissociation des sels expérimentés. Aux sels à acides minéraux dont le coefficient de dissociation (1) est le plus élevé (KCl, KNO^3, KI, KBr) correspond le maximum d'action toxique pour le cœur. Aux sels dont le coefficient de dissociation est moindre [$KClO^3$, $K^4Fe(CN)^6$] correspond une action déjà atténuée. Enfin, aux sels à acides organiques dont le coefficient de dissociation est encore moins élevé (formiate, acétate, lactate) correspond l'action cardio-inhibitrice la plus faible, par rapport aux sels précédents.

En résumé, l'étude d'une série de sels de potassium, *dans lesquels le cation* $\overset{+}{K}$ *exerce seul ou d'une façon prépondérante une action définie sur le cœur*, montre que la grandeur de l'action cardio-inhibitrice est variable pour les divers sels administrés à même concentration moléculaire. Ces sels se groupent suivant une échelle de toxicité, qui est en rapport étroit avec celle de leur dissociation électrolytique. Il semble donc bien que ce soit la teneur des solutions en potassium ionisé, qui règle l'intensité de la réaction biologique; ce n'est pas, du moins, la teneur brute des solutions en potassium.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Du fer dans les tissus végétaux et animaux.* Note de M. A. **Mouneyrat**, présentée par M. A. Haller.

Dans deux Notes antérieures, parues aux *Comptes rendus* le 7 mai et le 25 juin 1906, j'ai indiqué une méthode extrêmement sensible de recherche et de dosage du fer dans les tissus végétaux et animaux.

---

(1) *Cf.* F. Kohlrausch et L. Holborn, *Das Leitvermögen der Electrolyte insbesondere der Lösungen*. Leipzig, B.-G. Teubner. — Landolt-Börnstein, *Physikalisch-chemische Tabellen*. Berlin, J. Springer, 3. Aufgabe; 1905.

Ayant recherché et dosé le fer, par cette méthode, dans un grand nombre de tissus vivants, je rapporterai ces dosages dans la présente Note; mes résultats sont exprimés en milligrammes pour 100g de substance sèche.

	mg mg		mg mg
Pain blanc	1,4 à 1,7	Petits pois	6,8
Pain noir	2,3 à 2,5	Haricots blancs	8,5
Pommes acides	2,1	Carottes	8,9
Pommes douces	1,7	Lentilles	9,3
Poires	2,2	Asperges	20,5
Lait de vache	2,3	Jaune d'œuf	18,30
Lait de chèvre	2,5	Choux vert	24 à 37
Groseilles	3,6	Chicorée verte	20 à 25
Riz	4,5	Épinards	35 à 45
Orge	4,7	Sel marin blanc pur	1 à 20
Raisin noir	5,8	Sel marin noir	25 à 100
Pommes de terre	6,2		

J'ai recherché en outre la présence du fer dans un grand nombre de substances provenant du règne végétal et animal.

Blanc d'œuf	Contient du fer
Coquille d'œuf	»
Caséine pure	»
Sérum globuline	»
Sérum albumine	»
Fibrine	»
Globules blancs	»
Lymphe	»

Sans vouloir rapporter ici toutes les substances que j'ai examinées, je dirai qu'on trouve du fer dans tous les tissus et que cet élément semble faire partie constituante de toute cellule vivante.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Extraction des pigments chez les Batraciens.* Note de M. A. **Magnan**, présentée par M. Yves Delage.

Nous nous sommes livrés à une étude comparative sur les pigments des peaux de *Rana temporaria*, de *Pelobates fuscus*, d'*Alytes obstetricans*, d'*Hyla arborea* et de *Triton cristatus*.

Les auteurs sont d'accord pour reconnaître quatre pigments chez *Rana temporaria*: *a*. Un *pigment noir* apparenté aux mélanines. *b*. Un *pigment jaune*, appartenant au groupe des lipochromes et étudié par Krukenberg. *c*. Un *pigment blanc* irisé, décrit comme étant de la guanine et étudié par Laydig, Ewald et Krukenberg. *d*. Un *pigment rouge*, cité par Wittich, Lister et Biedermann et peu connu.

Il convient d'ajouter que la coloration verte des Batraciens est généralement considérée comme n'ayant pas une existence propre, mais serait due chez les Grenouilles à un mélange de guanine et de pigment jaune, et chez la Rainette, soit à un phénomène appelé *cérulescence* par Pouchet, soit à la présence de deux pigments, un noir et un jaune (MM. Camichel et Mandoul).

Aux pigments ci-dessus énumérés, nous en ajouterons deux autres, un vert et un brun jaunâtre et nous donnerons une méthode générale d'extraction de tous ces pigments chez les Batraciens.

Nous préférons au procédé qui consiste à broyer les peaux avec du sable de Fontainebleau, le procédé qui consiste à immerger simplement les peaux dans les liquides susceptibles de dissoudre les pigments. Ce procédé, que nous allons décrire, donne des solutions peu concentrées, il est vrai, mais plus pures.

Les peaux sont mises à digérer avec de l'alcool à 50° pendant 12 heures à l'obscurité. Après filtrage l'alcool à 50° a pris une teinte vert émeraude. Il a dissous un pigment vert que l'on peut obtenir pur en agitant l'alcool avec de la benzine. On décante et l'on évapore la benzine dans le vide et à l'obscurité. Le résidu graisseux vert bouteille obtenu ainsi se montre au microscope sous la forme de petits grains non cristallins. Ce pigment existe en grandes quantités chez *Rana temporaria*, et sur la partie dorsale de la peau de *Triton cristatus*, en petites quantités chez *Pelobates fuscus* et *Hyla arborea*, en quantités presque nulles chez *Alytes obstetricans*.

Les peaux qui ont servi à préparer ce premier pigment sont mises à macérer dans de l'alcool absolu toujours à l'abri de la lumière. Au bout de 12 heures, on retire une liqueur jaune d'or que l'on filtre. C'est une solution de pigment jaune sans trace de pigment vert. Pour obtenir ce pigment jaune presque pur, on laisse évaporer l'alcool. Le résidu est lavé à l'eau. On le reprend par l'éther, ce qui donne une liqueur jaune d'or qu'on évapore dans le vide et à l'obscurité. Il reste un résidu graisseux qui présente au microscope de petits cristaux jaunes affectant la forme d'octaèdres et mesurant 20^{μ} de long sur 12^{μ} de large. Les Batraciens que nous avons étudiés possèdent tous beaucoup de ce pigment jaune; le *Triton cristatus* n'en a pas sur la partie dorsale de la peau.

Les peaux traitées par l'alcool absolu sont ensuite mises à digérer avec de l'acide acétique froid pendant quelques heures. L'acide acétique devient brun jaunâtre. Il a dissous un nouveau pigment. On peut l'obtenir presque pur en laissant évaporer sa solution dans l'étuve. Le résidu cireux est traité par l'éther qui coagule des impuretés, puis on reprend par l'acide acétique froid qui ne dissout presque alors que du pigment brun jaunâtre. En évaporant à l'obscurité, on obtient une huile brune qui ne cristallise pas et qui, mise dans l'eau, surnage sans s'y mélanger. La Grenouille rousse seule possède ce pigment.

Si l'on reprend par l'ammoniaque les peaux traitées par l'acide acétique, on obtient chez *Rana temporaria* femelle, au moment de la ponte, un pigment rouge écarlate. Évaporée à l'obscurité, sa solution ammoniacale laisse un résidu graisseux rouge brun.

Les peaux que l'on a ainsi traitées sont décolorées et transparentes. Il ne reste plus que de place en place de petits îlots noirs, renfermant un pigment noir que l'on peut isoler de la façon suivante. On traite les peaux par de la potasse bouillante. Celle-ci détruit toute la peau et laisse intact le pigment noir, que l'on obtient à l'état de pureté par des centrifugations et des lavages successifs. Examiné au microscope, ce pigment est formé de petits grains qui sont noirs par réflexion et gris par réfraction. Il existe en grandes quantités chez tous les Batraciens que nous avons étudiés.

ZOOLOGIE. — *Histogenèse du tissu adipeux remplaçant les muscles vibrateurs histolysés après le vol nuptial, chez les reines des Fourmis.* Note de M. CHARLES JANET, présentée par M. Alfred Giard.

Chez les reines des Fourmis les muscles vibrateurs des ailes sont complètement histolysés quelques semaines après le vol nuptial ([1]).

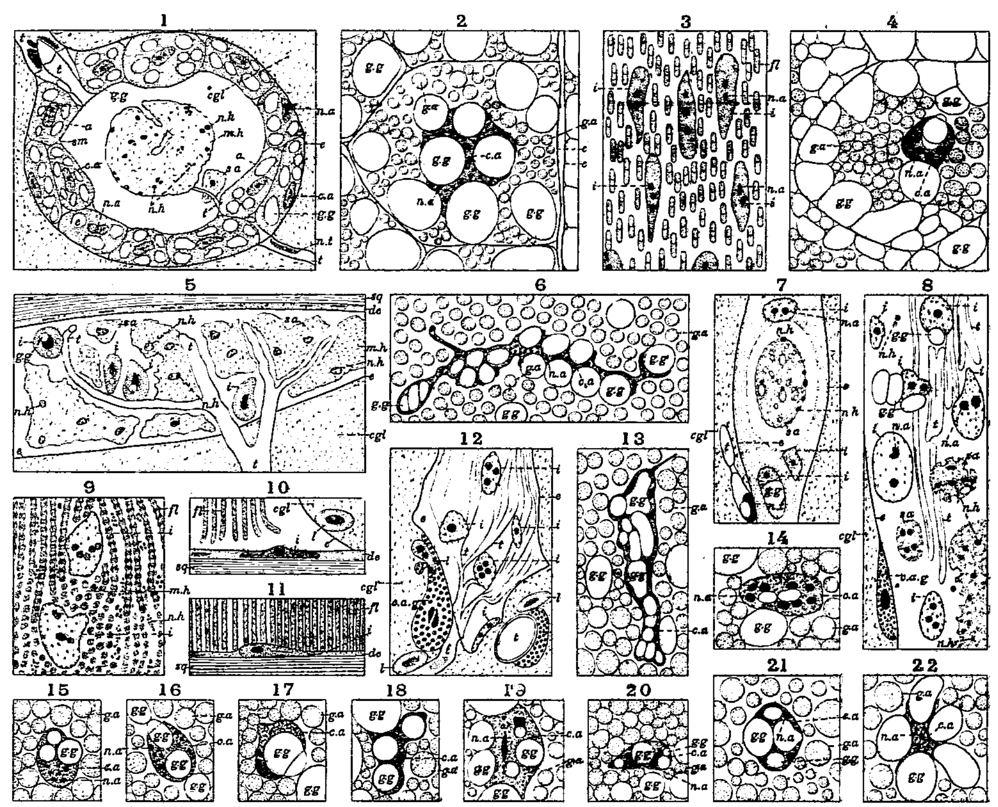
Il n'en subsiste plus, alors, que les enveloppes et que les trachées qui se faufilaient entre les fibrilles musculaires (*fig.* 12).

Des cellules mésodermiques libres, véritables leucocytes, qui circulaient dans le sang et à la surface des organes, ont, peu à peu, au cours de l'histolyse, pénétré dans l'intérieur de ces enveloppes (*fig.* 5). Elles y ont été attirées non seulement par les liquides nutritifs résultant de la dissolution

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 394 (*fig.* 2).

de la substance musculaire (*fig.* 7), mais aussi par la présence des trachées qu'elles y trouvent et qui sont indispensables à leur fonctionnement. Il n'est



Toutes les figures ci-dessus se rapportent au *Lasius niger* sauf la figure 2, qui se rapporte à la *Formica fusca :* 1, nappe de jeunes adipocytes sur l'enveloppe d'un faisceau presque complètement histolysé; 2, adipocyte d'un faisceau histolysé; 3, initiales d'adipocytes pénétrant entre des fibrilles en histolyse; 4, adipocyte d'un faisceau histolysé; 5, initiales d'adipocytes venant de pénétrer dans la région d'insertion d'un faisceau en histolyse; 6, corps adipogène d'un vieil adipocyte non fasciculaire; 7 et 8, initiales d'adipocytes et sarcolytes; 9, initiales d'adipocytes pénétrant entre des fibrilles en histolyse; 10 et 11, initiales d'adipocytes s'insinuant dans le derme d'insertion d'un faisceau en histolyse; 12, initiales d'adipocytes dans un faisceau histolysé; 13 à 22, corps adipogènes d'adipocytes de faisceaux; *a,* adipocyte; *c. a. g,* cellule amiboïde granuleuse; *c. g. l,* coagulum sanguin; *c. a,* corps adipogène; *de,* derme; *e,* enveloppe d'un faisceau vibrateur; *fl,* fibrille vibratrice; *g. a,* globule albuminoïde; *g. g,* globule de graisse; *i,* initiale d'un adipocyte; *l,* leucocyte; *m. h,* muscle vibrateur en histolyse; *n. a,* noyau du corps adipogène; *n. h,* noyau musculaire en histolyse; *n. t,* noyau trachéen; *sa,* sarcolyte; *sm,* sarcolemme; *sq,* squelette chitineux; *t,* trachée.

pas aisé de surprendre ces leucocytes au moment de leur pénétration. Ils forment, en certains points, de véritables accumulations à l'extérieur des enveloppes et certainement, si ces enveloppes n'existaient pas, les fragments

musculaires en histolyse en seraient couverts. C'est principalement au voisinage des insertions sur le tégument que se fait la pénétration, car c'est là, surtout, que l'on voit, à l'intérieur des faisceaux, des leucocytes n'ayant pas encore perdu leur aspect normal (*fig.* 5). Quelques-uns pénètrent probablement en suivant les troncs trachéens qui traversent les enveloppes, mais il y en a certainement qui pénètrent en se faufilant dans l'épaisseur du derme d'insertion du faisceau considéré (*fig.* 10 et 11).

Lorsqu'ils sont entrés dans le faisceau, les leucocytes se déplacent en suivant la paroi interne de l'enveloppe persistante du faisceau (*fig.* 12) ou les fibrilles en voie de dégénérescence (*fig.* 3 et 9), ou les ramifications trachéennes (*fig.* 8 et 12). Immédiatement après leur pénétration ils perdent leur aspect de leucocytes et prennent celui des cellules initiales d'adipocytes. Ils grossissent, deviennent irréguliers, contractent leur noyau et produisent dans l'intérieur de leur protoplasme un certain nombre de granulations. Ces initiales, toujours bien caractérisées par leur aspect, ne peuvent jamais être confondues avec les sarcolytes, à noyaux en dégénérescence qui les entourent (*fig.* 8). Bientôt le noyau de chaque initiale se divise directement en deux (*fig.* 3 et 8) et de nouvelles divisions portent ce nombre à quatre (*fig.* 4 et 20), à huit (*fig.* 14), puis bien au delà (*fig.* 13).

La cellule initiale d'adipocyte ainsi formée n'attend pas toujours que son noyau se soit beaucoup fragmenté pour produire dans son intérieur (*fig.* 5) et émettre (*fig.* 8) un petit nombre de globules de graisse, trois ou quatre par exemple, qui restent adhérents à sa face externe et sont entourés chacun d'une fine enveloppe. Elle émet, en même temps que les globules de graisse, du protoplasme qui les recouvre, et bientôt le tout s'entoure d'une véritable membrane cellulaire (*fig.* 1).

Le milieu environnant les jeunes adipocytes étant, en ce moment, très riche en substances nutritives, il se produit, d'une façon précoce, au sein du protoplasme qui sépare les globules de graisse, un certain nombre de globules albuminoïdes.

Bien que de dimensions encore restreintes, l'adipocyte est alors complètement constitué. Il n'a plus qu'à augmenter son volume et le nombre de ses globules de réserve pour devenir la cellule géante bien connue.

Le leucocyte initial a formé surtout ce corps central qui mérite, ici, plutôt le nom de *corps adipogène* que celui de *noyau*, le véritable noyau étant représenté par toutes ces petites masses très colorables qui proviennent de la division du noyau du leucocyte.

Les globules albuminoïdes deviennent de plus en plus nombreux. Ils se forment dans le protoplasme issu du corps adipogène.

C'est uniquement dans l'intérieur du corps adipogène, ou à sa surface lorsqu'il a

perdu sa forme massive, que se forment les globules de graisse. Ils finissent par s'en détacher au bout de quelque temps. Dès qu'ils sont libres, un phénomène de capillarité ramène les globules albuminoïdes dans la région centrale au voisinage du corps adipogène, tandis que les globules de graisse s'en vont, les uns à la suite des autres, se loger contre la face interne de l'enveloppe où ils demeurent jusqu'au moment de leur utilisation (*fig.* 4).

C'est par exosmose que les corps gras sortent de l'adypocyte, et il en est de même des produits de la digestion intracellulaire des globules albuminoïdes.

Les figures 2 et 13 à 22 montrent des globules de graisse en voie de formation ou en voie d'émission. Le corps adipogène représenté figure 13 présente une activité particulièrement remarquable.

A la suite d'un fonctionnement intensif, le corps adipogène perd sa forme massive et se transforme en une nappe de forme très compliquée dans laquelle on retrouve le noyau initial du leucocyte de plus en plus fragmenté. Cela se voit bien surtout dans les vieux adipocytes qui se sont formés à la fin de la vie nymphale et qui, au moment de la formation des adipocytes des faisceaux, sont très volumineux (*fig.* 6).

GÉOLOGIE. — *Sur les formations glaciaires de la Chaux-d'Arlier.* Note de MM. **Paul Girardin** et **Fritz Nussbaum**, présentée par M. de Lapparent.

La plaine de remplissage qui s'étend à l'ouest et au sud-ouest de Pontarlier a tous les caractères d'un *paysage morainique* de fraîche date. Sous cette topographie effacée, la roche en place n'apparaît qu'au village de Frasne et au moulin de Lotaud; partout ailleurs elle disparaît sous une nappe d'erratique d'origine récente, où l'on arrive à distinguer des chaînes de moraines grossièrement concentriques, ayant conservé leur relief. Cet erratique s'appuie sur le premier pli des hautes chaînes du Jura (Laveron) et se poursuit dans la direction du Sud-Ouest. La glaciation appartient au type *Vorlandgletscher*.

La première question est de savoir si l'on a affaire à des glaciers locaux, ayant leurs bassins d'alimentation dans la chaîne du Laveron, ou si ces moraines correspondent à l'expansion sur le plateau de deux glaciers s'alimentant dans les hautes chaînes situées en arrière, remplissant le synclinal du lac de Saint-Point, et débouchant par les deux vallées transversales du

Doubs et du Drugeon. Toutes ces chaînes étant calcaires (jurassique et crétacé), la composition du matériel erratique n'en indique pas la provenance.

Nous avons bien affaire à deux glaciers seulement, venant des chaînes de la frontière. D'une part, le Laveron ne dépasse pas 1120^m. En admettant, avec Ed. Brückner, 1100^m-1150^m comme limite inférieure des neiges lors de la dernière glaciation, seuls quelques hectares pouvaient porter des névés permanents. D'autre part, la topographie des moraines dans la vallée de Bonnevaux montre les arcs concentriques de moraines terminales venant toutes se raccorder au débouché de la cluse du Drugeon.

Voici la topographie de ces moraines : dans le triangle Frasne-La Rivière-Bonnevaux, un « complexe glaciaire » très frais est constitué par des moraines terminales, dont la voie ferrée utilise le sommet entre Frasne et La Rivière pour se tenir de niveau. Le front du glacier du Drugeon était dissymétrique : le lobe de droite, le plus développé, était limité par le vallum morainique en demi-cercle qui porte le village de La Rivière, et sa dépression centrale est encore occupée par l'étang du même nom. En arrière, d'autres moraines marquent des stades de retrait. Ces stationnements du glacier ont été assez longs pour que des amphithéâtres morainiques s'édifient, chacun avec sa dépression centrale, telle que l'étang de Frasne. Ainsi, des « Zungenbecken » de retrait se partagent la surface du grand « Zungenbecken » dont la voie ferrée jalonne le pourtour.

Le retrait des glaciers dans les vallées du Drugeon et du Doubs se fit par étapes, marquées chacune par des moraines stadiaires avec dépression centrale : tourbière de Vaux et Chantegrue. Ces Zungenbecken en miniature se retrouvent le long du Doubs en aval du lac de Saint-Point. Tout autour de ce lac, une ceinture d'erratique à l'altitude constante de 60^m-70^m au-dessus de l'eau témoigne d'un ancien niveau plus élevé.

De quels éléments se compose le matériel erratique de la région? Il existe, à ce point de vue, une distinction essentielle entre les deux régions que sépare la ligne de collines Frasne-Dompierre. Dans la région des moraines qui ont gardé leur relief, au sud-est de la route, les matériaux, restés anguleux et noyés dans la boue glaciaire, présentent des traces de stries et se composent uniquement de roches jurassiennes, calcaires blancs du jurassique supérieur. Cet erratique est tout entier de provenance locale, mais rien ne dit que ce matériel jurassien, non altéré ni décomposé, ne recouvre pas les traces d'une glaciation plus ancienne.

En avant de ces moraines terminales s'observent des *traces* d'erratique, sous forme de galets roulés de quartzites, à patine roussâtre, non encore décomposés. Voilà un matériel de provenance différente, qui s'étend en avant du premier et doit passer par dessous, et dont la patine indique l'antériorité. Il est de provenance alpine, et se rapporte à une glaciation plus ancienne et plus étendue. En remontant la vallée de Bonnevaux on trouve, mêlés au glaciaire jurassien, des débris de roches autres que des quartzites, telles que diorites et schistes cristallins. De même la banquette glaciaire

qui borde à l'Est le lac de Saint-Point est constituée par des matériaux locaux, mais elle recouvre du glaciaire alpin que l'on retrouve, à l'état de gros blocs, dans la moraine de Chaon, qui ferme l'extrémité nord du lac.

Donc les moraines de grands glaciers jurassiens, aussi développés que ceux des vallées secondaires des Alpes, recouvrent de l'erratique alpin plus ancien. De quand datent ces glaciers jurassiens, qu'on appellerait aujourd'hui *glaciers de premier ordre ?* L'état de conservation des moraines de Frasne permet de les rapporter à la quatrième glaciation (Würm), et de les paralléliser avec les « moraines internes ». Ce serait donc à tort que M. Brückner a vu, dans ces moraines des environs de Pontarlier, un stade de retrait de la glaciation de Riss. Quant aux galets siliceux épars en avant des moraines, ils sont les restes d'une glaciation plus ancienne, presque complètement dispersés par l'érosion (glaciation de Riss).

Nous trouvons donc, dans la Chaux-d'Arlier, les traces de deux glaciations superposées, la plus ancienne débordant la plus récente. Au point de vue morphologique, celle-ci seule se traduit par un « facies glaciaire » visible dans la topographie ; de la plus ancienne ne subsistent que des galets épars à la surface du plateau, et les formes du terrain n'en conservent aucun souvenir.

OCÉANOGRAPHIE. — *Sur la lithologie océanographique des mers anciennes.* Note de M. J. **Thoulet.**

Malgré le peu de développement que possède encore la lithologie du lit océanique actuel, on la connaît cependant assez pour être assuré que chaque région sous-marine est caractérisée par la nature de certains des minéraux qui en recouvrent le sol. Au milieu d'une masse abondante de carbonate de chaux, de quartz et d'argile distribuée à peu près partout, un examen attentif permet de découvrir des minéraux spéciaux qui ne se rencontrent que sur une aire géographique limitée. C'est ainsi que, me bornant aux fonds marins analysés par moi, j'ai pu constater, par exemple, que la séricite était particulière au bassin situé à l'est de Madagascar, le basalte aux parages des îles de la Réunion et Maurice, les minéraux volcaniques à ceux des Açores, le saphir à ceux de Groix, le grenat à l'Iroise, le silex au sud de la mer du Nord. Ces minéraux, quoique microscopiques, portent donc en eux l'indication non seulement de parages déterminés,

mais, par leur nature même, leurs dimensions, leur forme, leur association, l'ensemble de leurs caractères intimes et extérieurs, ils témoignent de l'existence et de la constitution lithologique de leur gisement primitif, continental ou sous-marin, des circonstances diverses très variables qui les ont portés de leur lieu d'origine au lieu où on les rencontre, ainsi que des conditions de leur sédimentation dont les effets sont déjà en partie connus grâce à l'observation directe appuyée d'expériences synthétiques.

Ces considérations s'appliquent aux roches sédimentaires géologiques terrestres, calcaires, argiles, marnes, grès qui, fonds marins anciens maintenant exondés, ne se distinguent par aucune différence essentielle des fonds marins actuels. Si donc, après avoir débarrassé un calcaire de la masse de son carbonate de chaux, on recueille par un traitement approprié les minéraux dits rares qui y sont contenus, ceux-ci, une fois reconnus au microscope, renseigneront sur les conditions de l'océan disparu aujourd'hui au sein duquel ils se sont déposés autrefois. En d'autres termes, le minéral rare constituera une sorte de fossile minéral rendant des services comparables à ceux que l'on attend de fossiles d'origine organique et leur étude sera, si l'on peut s'exprimer ainsi, une véritable paléontologie minérale.

Les procédés de triage et d'analyse des fonds marins permettent d'aborder ces travaux de lithologie océanographique. Les méthodes que j'emploie consistent en triages mécaniques et par la liqueur d'iodures, observation des divers caractères physiques et particulièrement optiques, attaques aux acides, calcinations graduées, colorations artificielles, etc. Je viens de les appliquer à des échantillons de calcaires, de marnes et de grès du muschelkalk, du trias, du lias, du bajocien et du bathonien des environs de Nancy ainsi qu'à de la craie des falaises de Dieppe. Partout les minéraux rares se sont montrés, et, malgré leurs proportions presque infinitésimales (de 0,1, maximum, à 0,02 pour 100 et même moins encore), ils sont faciles à isoler et à reconnaître même au sein d'une masse considérable de matière moins intéressante. Sans entrer ici dans le détail de chacune des analyses auxquelles je me suis livré, alors que dans la craie ces minéraux rares ou caractéristiques consistaient en silex dans un état spécial, corindon, glaucophane et hornblende, dans les roches des environs de Nancy ils étaient représentés par la trémolite, le zircon, la tourmaline, le corindon, l'augite, le rutile, la muscovite, la biotite, le spinelle, la pyrite, l'ilménite et d'autres encore.

L'analyse d'échantillons appartenant à une même couche, mais récoltés en des localités éloignées de 4^{km} les unes des autres, a montré que la proportion et la nature des minéraux rares étaient bien les mêmes et, par suite, caractéristiques de la couche et qu'en outre ils variaient le plus souvent d'une couche à une autre, de sorte qu'ils fournissaient le moyen de reconnaître celle-ci dans le cas où, comme dans un sondage, on n'en posséderait les éléments qu'à l'état pulvérulent. La remarque ne manque pas d'un intérêt pratique digne de considération.

Une méthode analogue a été appliquée à un granite des Vosges qui, pulvérisé, a laissé extraire la très petite portion de minéraux rares qu'il contenait. Ceux-ci se retrouveront certainement en tout ou partie dans les sédiments provenant de sa destruction subaérienne. De même que les zircons, tourmalines, corindons et rutiles des calcaires anciens, ils établiront la nature des roches formant les montagnes dont les débris étaient entraînés dans les mers secondaires de la région et, par la dimension de leurs grains, leur mode d'usure et leurs autres caractères, ils fourniront une notion des conditions où se sont effectués leur entraînement et leur sédimentation.

Il est bien entendu que ces remarques ne s'appliquent que dans une certaine mesure aux minéraux formés au sein de la roche postérieurement à son dépôt, minéraux dont l'origine se laisse presque toujours reconnaître sans difficulté.

M. N. Slomnesco adresse une Note intitulée : *L'aérostat dirigeable.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

La séance est levée à 4 heures et demie.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 13 mai 1907.

Icones Mycologicæ, par Boudier; 3e série, livraison 13. Paris, Paul Klincksieck, 1907; 1 fasc. in-4°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers; 5e série, t. IX, année 1906. Angers, Germain et G. Grassin, 1906; 1 vol. in-8°.

La R. Scuola superiore di Agricoltura in Portici, nel passato e nel presente, 1872-1906. Portici, E. Della Torre, 1906; 1 vol. in-4°.

Spigolature Aldrovandiane, per G.-B. de Toni : III. *Nuovi dati intorno alle relazioni tra Ulisse Aldrovandi e Gherardo Cibo.* — IV. *Il viaggio e le raccolte botaniche di Ulisse Aldrovandi ai Monti Sibillini nel* 1557. — VI. *Le piante dell'antico Orto Botanico di Pisa ai tempi di Luca Ghini.* Modène et Rome, 1907; 2 fasc. in-4° et 1 fasc. in-8°.

Mammals of the mexican boundary of the United States, by Edgard-Alexander Mearns; Part I : *Families Didelphiidæ to Muridæ.* (Smithsonian Institution. United States National Museum; *Bull.* 56.) Washington, 1907; 1 vol. in-8°.

An investigation of evolution in chrysomelid beetles of the genus « Leptinotarsa », by William Lawrence Tower. (Carnegie Institution of Washington; *Publication* n° 48.) Washington, 1906; 1 vol. in-8°.

Hawaiian and other Pacific Echini. The Cidaridæ, by Alexander Agassiz and Hubert Lyman Clark; with forty-four plates. (*Memoirs of the Mus. of comp. Zoölogy at Harvard College;* t. XXXIV, n° 1.) Cambridge, E.-U., 1907; 1 vol. in-4°.

The Hydroïds, by Samuel-F. Clarke; with fifteen plates. (*Memoirs of the Mus. of comp. Zoölogy at Harvard College;* t. XXXV, n° 1.) Cambridge, E.-U., 1907; 1 fasc. in-4°.

Mémoires du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique; t. III : *Insectes houillers de la Belgique;* par A. Handlirsch. Bruxelles, Polleunis et Ceuterick, 1906; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 4 mars 1907.)

Note de M. *Bounhiol*, Sur les Poissons comestibles du lac Mélah (La Calle, Algérie) :

Page 514, ligne 29, *au lieu de* du milieu d'août à fin septembre, *lisez* de novembre à fin février.

(Séance du 25 mars 1907.)

Note de M. *Jean Becquerel*, Sur la polarisation rotatoire magnétique aux environs des bandes d'absorption, etc. :

Page 683, ligne 20, *lisez* $2\pi\left(\mathfrak{I}_{oh} \pm \frac{1}{2}\sqrt{c_h^2 R^2 + \mathfrak{I}'^2_h}\right)$.

(Séance du 22 avril 1907.)

Note de M. *J. Guyot,* Sur la théorie de Nernst et les chaînes liquides à extrémités identiques :

Page 834, *au lieu de*

$\frac{1}{10}SO^4K^2 \mid \frac{2}{10}SO^4Li^2 \mid \frac{1}{50}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Na^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2$......	9°	+0,002 volt	−0,003 volt

lisez

$\frac{1}{10}SO^4K^2 \mid \frac{2}{10}SO^4Li^2 \mid \frac{1}{50}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Na^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2$......	9°	+0,002 volt	+0,003 volt

et, à la suite des résultats indiqués, ajouter les lignes suivantes :

Chaînes.	Température.	E observées.	E calculées.
	°	volt	volt
$\frac{1}{10}SO^4Li^2 \mid \frac{1}{50}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Li^2$............	9,2	−0,008	−0,012
$\frac{1}{10}SO^4Na^2 \mid \frac{1}{50}SO^4H^2 \mid \frac{1}{50}SO^4Na^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Na^2$............	8,8	0,015	0,012
$\frac{1}{10}SO^4Na^2 \mid \frac{1}{50}SO^4H^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Na^2$............	8,8	−0,003	−0,003
$\frac{1}{10}SO^4Na^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2 \mid \frac{1}{50}SO^4H^2 \mid \frac{1}{50}SO^4K^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Na^2$...	8,5	0,016	0,012
$\frac{1}{10}SO^4Na^2 \mid \frac{1}{10}SO^4K^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Li^2 \mid \frac{1}{10}SO^4Na^2$............	8,5	0,000	0,000

Remarquons que le calcul implique la connaissance exacte des vitesses des ions et que l'inexactitude avec laquelle ces vitesses sont connues se reporte sur le nombre qui donne la force électromotrice calculée. Dans ces conditions, on voit que l'accord entre les résultats du calcul et ceux de l'observation est satisfaisant.

(Séance du 29 avril 1907.)

Note de M. *E. Barré,* Sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire :

Page 893, ligne 8 en remontant, *au lieu de*

$$P \sin i \sin V \sin W,$$

lisez

$$P \sin i \sin V \cos V \sin W.$$

Page 893, ligne 7 en remontant, *au lieu de* $\frac{d\psi}{dt}$, *lisez* $\frac{d\psi}{ds}$.

Page 893, ligne 1 en remontant, *au lieu de* $\frac{\partial i}{\varphi}$, *lisez* $\frac{\partial i}{\partial \varphi}$.

Page 894, note (1), *au lieu de* $+\left(\frac{KL-\rho N}{M}\right)^2$, *lisez* $+\left(\frac{KL-\rho N}{\rho M}\right)^2$.

(Séance du 29 avril 1907).

Note de M. *Vigouroux,* Sur la limite de siliciuration du cuivre :

Page 918, dernière ligne, *au lieu de* 15 janvier 1905, *lisez* 15 janvier 1906.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 21 MAI 1907.

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *A. de Lapparent* pour occuper le poste de Secrétaire perpétuel pour les Sciences physiques, vacant par suite du décès de M. *M. Berthelot*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **A. de Lapparent** prend place au Bureau de l'Académie.

M. **A. de Lapparent**, en prenant place au Bureau comme Secrétaire perpétuel, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. le **Ministre de l'Instruction publique, des Beaux-Arts et des Cultes** adresse une ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'election que l'Académie a faite de M. *Jules Carpentier*, pour occuper la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *A. Laussedat*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Jules Carpentier** prend place parmi ses Confrères.

MÉTROLOGIE. — *Nouvelle détermination du Mètre en longueurs d'ondes lumineuses.* Note de MM. **R. Benoit**, **Ch. Fabry** et **A. Perot**.

La mesure du rapport entre l'unité métrique et la longueur d'onde de la raie rouge du spectre du cadmium a été réalisée pour la première fois, en 1892-1893, au Bureau international des Poids et Mesures, par M. Michelson, avec la collaboration du Bureau, en appliquant les méthodes interférentielles imaginées par le Professeur américain. Trois déterminations indépendantes conduisirent alors à une valeur moyenne, dont la précision pouvait être évaluée, d'après leur degré de concordance, à un demimillionième environ. Depuis cette époque, l'étude des interférences des lames argentées par MM. Perot et Fabry leur a permis d'établir de nouvelles méthodes, qui paraissaient comporter une facilité expérimentale, une rapidité et une précision supérieures. C'est pourquoi le Comité international des Poids et Mesures, saisi d'une proposition à cet effet, l'accueillit et décida d'inscrire cette question dans les programmes du Bureau, et d'entreprendre, de concert avec MM. Perot et Fabry, cette nouvelle mesure du mètre en longueurs d'onde. C'est le résultat de ce travail, qui, pour des motifs de commodité et d'installation, a été exécuté dans une des salles du Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers, que nous allons indiquer.

Sur ces entrefaites, la décision prise en 1905 par l'Union internationale pour les recherches solaires, d'adopter pour base des étalons spectroscopiques la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium, ajoutait un nouvel intérêt à l'intérêt très grand que présente une telle détermination, au point de vue de la garantie de l'invariabilité de notre système de mesures.

L'établissement du rapport cherché nécessite deux opérations : 1° mesurer aussi exactement que possible le nombre de longueurs d'onde et de fractions de longueur d'onde contenu dans une longueur déterminée voisine de 1^{m} ; 2° évaluer cette longueur en Mètre, c'est-à-dire la comparer à un étalon exactement déterminé en fonction du prototype international qui définit l'unité.

1° La longueur choisie est constituée par une règle d'invar dont la section est en forme d'U, de 5^{cm} sur 5^{cm} ext., laissant à l'intérieur un creux de 3^{cm} sur 3^{cm}, dans lequel peut passer un faisceau lumineux ; aux

deux extrémités, contre des butées arrondies, sont appliquées des glaces planes argentées rendues parallèles; l'ensemble forme un système semblable aux étalons décrits antérieurement [1]; les modes de réglage sont les mêmes. Sur les faces supérieures des glaces sont tracées, aussi près que possible de l'arête, des divisions telles que la distance entre deux traits convenablement choisis, un sur chaque lame, soit très voisine de 1^m. C'est cette distance qu'il faut évaluer en longueurs d'onde. A cet effet, nous avons décomposé la mesure en deux opérations: la première donne le nombre N de longueurs d'onde contenues entre les deux glaces, la seconde le nombre n correspondant à la somme des distances des traits choisis sur les glaces aux faces de celles-ci.

On ne saurait, pour la première opération, évaluer directement le nombre N (3103800), aucun phénomène d'interférence ne pouvant être obtenu avec une différence de marche aussi élevée entre les deux faisceaux; il a donc fallu relier, par des intermédiaires, cette longueur à une autre susceptible d'être mesurée directement [2]. Nous avons choisi une longueur de $6^{cm},25$ qui a été déterminée par les méthodes décrites antérieurement en longueurs d'onde de la raie rouge du cadmium. A cette longueur de $6^{cm},25$ nous en avons comparé optiquement une à peu près double, de $12^{cm},5$, par l'intermédiaire d'une lame mince prismatique, lame étalon, l'opération étant faite en lumière blanche; de là nous sommes passés à un étalon de 25^{cm}, puis à un autre de 50^{cm}, et enfin à la longueur de 1^m.

La liaison entre l'étalon de $6^{cm},25$ et celui de 1^m est faite ainsi par des méthodes purement optiques. Les étalons étaient placés les uns à la suite des autres, de telle sorte que leurs axes coïncident; les lames minces servant de compensateurs, au nombre de deux, étaient rejetées sur le côté, et un jeu de miroirs permettait de faire passer, à volonté, la lumière à travers deux étalons quelconques, successifs et une lame mince. L'ordre des opérations était le suivant: détermination de l'ordre d'interférence en rouge cadmium de l'étalon de $6^{cm},25$ par observation des coïncidences rouge vert, et mesure du diamètre du premier anneau rouge visible. Comparaisons successives, avec deux lames minces étalonnées au moment même, de chaque étalon avec le double du précédent, c'est-à-dire ($2\times 6^{cm},25$) avec $12^{cm},5$; ($2\times 12^{cm},50$) avec 25^{cm}; (2×25^{cm}) avec 50^{cm}; (2×50^{cm})

(1) Fabry et Perot, *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXV, janvier 1902.
(2) Perot et Fabry, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 1904, p. 676.

avec 100. Les mêmes mesures étaient ensuite faites en sens inverse, afin d'éliminer toute influence d'une variation de chaque étalon entre les moments où il est comparé au suivant et au précédent, sous l'influence d'une variation barométrique, les variations de température ayant sur les numéros d'ordre un effet négligeable, la dilatation de l'invar compensant presque exactement celle de l'indice de l'air.

La mesure du nombre de longueurs d'onde n contenu dans la somme des distances séparant les traits choisis, sur les faces des lames terminant l'étalon de 10^{cm}, a été faite en montant les glaces successivement sur deux étalons d'environ 1^{cm} et 2^{cm}, tels que les distances des traits des glaces, dans les deux cas, soient doubles l'une de l'autre; la différence entre la distance des lames de l'étalon de 2^{cm} et le double de celle de l'étalon de 1^{cm} sera précisément la longueur cherchée. En réalité, on ne saurait qu'approximativement réaliser de semblables étalons; nous avons par suite opéré de la manière suivante : toutes les longueurs étant exprimées en longueurs d'onde, soient E et E′ les distances des lames, D et D′ les distances des traits, dans les deux étalons, et soit n le nombre cherché, on a

$$D = E + n, \qquad D' = E' + n.$$

La construction des étalons est telle que D′ diffère très peu de 2D. On a, d'autre part, construit une réglette en invar, portant des traits, sensiblement équidistants, la distance de deux traits consécutifs étant très voisine de D. Considérons trois de ces traits, qui définissent deux intervalles, d et d'. On compare, au moyen d'un comparateur longitudinal, les longueurs très voisines D et d, D et d', D′ et $d + d'$, et l'on obtient des équations

$$\begin{aligned} E + n &= d + e, \\ E + n &= d' + e', \\ E' + n &= d + d' + e''. \end{aligned}$$

Les quantités très petites e, e', e'' sont données en microns par la mesure au comparateur et réduites en longueurs d'onde; E et E′ sont mesurées optiquement. En éliminant d et d' entre ces trois équations, on calcule n.

En réalité, au lieu d'opérer sur deux intervalles, on opère sur six, le nombre d'équations est alors supérieur au nombre des inconnues, et on les traite par la méthode des moindres carrés.

Le nombre trouvé résultant de quinze séries de mesures portant cha-

cune sur six intervalles est 1270,95 longueurs d'onde de la raie rouge ou $0^{mm},81830$.

2° L'évaluation en Mètre de la distance des traits des glaces portées par l'étalon de 100 a été faite en même temps que les mesures optiques par comparaison avec une règle tirée du même lingot de métal, spécialement construite et étudiée avec le plus grand soin par le Bureau international des Poids et Mesures relativement aux étalons principaux en service.

A titre d'indication, nous indiquerons que sa longueur au mois de novembre différait de 4^{μ} de celle du mètre et que son allongement en 2 mois, d'octobre à décembre 1906, a été seulement de $0^{\mu},12$.

Les longueurs d'onde étant réduites à l'air sec à 760^{mm} de pression normale et à 15° de l'échelle du thermomètre à hydrogène, les résultats des quatre séries optiques conservées sur les sept qui ont été faites sont les suivants :

Série 3...........	$1^{m} = 1.553.164^{\lambda},12$	$\lambda = 0^{\mu},64384696$
— 4...........	$1 = 1.553.164,16$	0,64384695
— 7...........	$1 = 1.553.164,22$	0,64384692
— 5...........	$1 = 1.553.164,02$	0,64384700
Moyenne.....	$1 = 1.553.164,13$	0,64384696

Pour mémoire, indiquons que la moyenne des sept séries effectuées, dont trois semblent devoir être laissées de côté, est

$$1^{m} = 1.553.163^{\lambda},99 \qquad \lambda = 0^{\mu},64384702.$$

Il est intéressant de remarquer que ces nombres sont extrêmement voisins de celui qui avait été trouvé il y a 14 ans au Bureau international des Poids et Mesures par MM. Michelson et Benoît; si l'on ramène ce nombre à la température de 15° de l'échelle du thermomètre à hydrogène, et par une correction incertaine, il est vrai, mais plausible, à l'humidité nulle (aucune correction n'ayant été faite de ce chef à l'époque), on trouve

$$\lambda = 0^{\mu},64384700,$$

moyenne de 3 mesures dont les extrêmes diffèrent entre elles de 67 unités de la dernière décimale. Le résultat de l'ancienne mesure diffère donc de celui des mesures actuelles d'une quantité qui n'atteint pas le dix-millionième en valeur relative.

Quelle que puisse être la part du hasard dans cette concordance véri-

tablement extraordinaire on ne peut s'empêcher de tirer la conclusion que le mètre prototype n'a pas varié dans le cours des quatorze dernières années.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation directe des dicétones forméniques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe**.

La méthode d'hydrogénation directe en présence du nickel réduit convient très bien pour réaliser la transformation des acétones grasses ou cycloforméniques en alcools secondaires correspondants ([1]). Au contraire, quand on l'applique aux acétones aromatiques, elle amène seulement une substitution d'hydrogène à l'atome d'oxygène du groupe fonctionnel CO, et fournit ainsi un hydrocarbure ([2]).

Il était intéressant de savoir quels résultats donnerait l'application de la méthode aux diverses *dicétones* (ou *diones*) forméniques de constitution variée. Nous avons étudié quatre d'entre elles, savoir une dione α, deux diones β, une dione γ.

Dione α. — Comme type des diones α nous avons choisi la plus simple de toutes, le *diacétyle*, ou *butane dione* $CH^3.CO.CO.CH^3$, qui bout à 88°.

Soumise à l'hydrogénation sur le nickel vers 140°-150°, la dione a été totalement transformée, sans aucune dislocation moléculaire et elle a fourni des volumes à peu près égaux de *butanolone* 2.3 et de *butanediol* 2.3. Le premier de ces corps, $CH^3.CHOH.CO.CH^3$, avait été obtenu par Pechmann en hydrogénant le diacétyle par le zinc et l'acide sulfurique dilué ([3]). C'est un liquide qui bout à 140°-144° en se décomposant un peu. Il se mêle à l'eau en toutes proportions. La fonction acétonique y est indiquée nettement par la réaction de Legal (coloration rouge avec la soude et le nitroprussiate de sodium). Il réduit à froid très rapidement la liqueur de Fœhling (qui, au contact du diacétyle primitif, fournit seulement une coloration brune, non suivie de réduction).

Le second composé, $CH^3.CHOH.CHOH.CH^3$, qui résulte de l'hydrogénation complète des deux fonctions cétoniques, est un liquide bouillant vers 185°, qui ne donne pas la réaction de Legal et ne réduit pas à froid

---

([1]) Paul Sabatier et Senderens, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 301.
([2]) Darzens, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 868.
([3]) Pechmann, *Ber. chem. Gesell.*, t. XXIII, p. 2421.

la liqueur de Fœhling. Il est violemment attaqué par le sodium, avec formation d'un alcoolate solide. Il avait déjà été obtenu par Eltekow en suivant une autre voie.

Diones β. — Nous avons pu étudier deux d'entre elles, l'acétylacétone et la méthylacétylacétone.

1. L'*acétylacétone* ou *pentanedione*-2.4 $CH^3.CO.CH^2.CO.CH^3$ bout à 136°. Quand on la soumet à l'hydrogénation sur le nickel vers 150°, on observe une forte réduction du volume gazeux. L'hydrogène en excès qui sort de l'appareil abandonne, dans un récipient refroidi, un liquide incolore qui passe à la distillation depuis 50° jusqu'au delà de 200°. Le réactif de Caro y indique la présence d'une forte dose d'une aldéhyde.

Un fractionnement attentif permet d'y reconnaître, à côté d'une faible queue de distillation passant au-dessus de 210° :

1° De l'éthanol $CH^3.COH$, qui bout à 21°;

2° De la propanone $CH^3.CO.CH^3$, qui bout à 56°;

3° De l'éthanol $CH^3.CH^2OH$, qui bout à 78°;

4° Du propanol-2 $CH^3.CHOH.CH^3$, qui bout à 82°;

5° Un liquide incolore bouillant à 176°-178°.

Ce dernier corps, qui représente à peu près le quart de l'acétylacétone traitée, n'est autre que la *pentanolone*-2.4 $CH^3.CHOH.CH^2.CO.CH^3$, qui avait été déjà obtenue par Claisen en suivant un chemin différent (1). C'est un liquide incolore un peu huileux, miscible en toutes proportions à l'eau, à l'alcool ou à l'éther; il possède une odeur pénétrante cétonique.

Nous avons trouvé : $d_0^{15} = 0{,}9677$. L'indice de réfraction à 15° est $n_D = 1{,}4292$; on en déduit comme pouvoir réfringent moléculaire (Lorenz) $P_D = 27{,}1$ (calculé 26,8).

L'existence de la fonction cétonique y est indiquée par plusieurs caractères. Il donne énergiquement la réaction de Legal. Il fournit une combinaison avec le bisulfite de sodium. Mis au contact de phénylhydrazine, il donne une *phénylhydrazone* cristallisée, qui fond à 98° (Claisen avait indiqué 102°). Il ne réduit pas à froid la liqueur de Fœhling.

On voit que les trois quarts de l'acétylacétone ont subi au contact du nickel et de l'hydrogène un dédoublement selon la formule

$$CH^3.CO.CH^2.CO.CH^3 + H^2 = CH^3.COH + CH^3.CO.CH^3.$$

L'aldéhyde et l'acétone ainsi engendrées subissent aussitôt en majeure

(1) CLAISEN, *Ann. Chem. Pharm.*, t. CCCVI, 1899, p. 324.

partie l'hydrogénation et sont transformées en alcools éthylique et isopropylique.

Seulement un quart de l'acétylacétone fournit une hydrogénation normale sans dédoublement :

$$CH^3.CO.CH^2.CO.CH^3 + H^2 = CH^3.CHOH.CH^2.CO.CH^3.$$

Cette dernière réaction devient de moins en moins importante, à mesure qu'on élève davantage la température du métal. Déjà, vers 180°, elle est amoindrie, celle de dédoublement tendant à devenir prédominante.

2. La *méthyl.3.pentadione.2.4*, ou *méthylacétylacétone,*

$$\begin{array}{c} CH^3.CO.CH - CO.CH^3 \\ | \\ CH^3 \end{array}$$

(qui bout à 169°), soumise à l'hydrogénation sur le nickel vers 170°, n'a guère donné qu'une réaction de dédoublement semblable à celle de l'acétylacétone. Le liquide condensé contient :

1° De l'éthanal $CH^3.COH$, qui bout à 21° ;

2° De l'éthanol $CH^3.CH^2OH$, qui bout à 78°;

3° De la butanone $CH^3.CO.CH^2.CH^3$, qui bout à 81° ;

4° Du butanol-2 $CH^3.CHOH.CH^2.CH^3$, qui bout à 99°.

Dans le liquide qui passe à la distillation de 78° à 82°, l'éthanol est aisément caractérisé par la réaction de l'iodoforme; la butanone, par la réaction de Legal et la combinaison avec le bisulfite de sodium, permet d'isoler cette dernière.

On obtient seulement une très petite quantité d'un liquide bouillant au-dessus de 190°, qui, par analogie, doit contenir l'alcool-cétone correspondant à la dione primitive : mais la dose trop minime ne nous a pas permis d'isoler sa phénylhydrazone.

Dione γ. — Parmi les diones γ, nous avons étudié l'*hexanedione*-2.5 ou *acétonylacetone*, $CH^3.CO.CH^2.CH^2.CO.CH^3$, qui bout à 194°. Comme pour les autres diones étudiées ci-dessus, l'hydrogénation, pratiquée sur le nickel à 190°, ne donne lieu à aucune séparation d'hydrocarbures gazeux. La dione est totalement transformée, et l'on recueille, en même temps qu'une certaine proportion d'eau, un liquide incolore qui passe tout entier à la distillation de 83° à 100°. Il est peu soluble dans l'eau, soluble dans l'acide sulfurique concentré, attaqué régulièrement par le brome, qu'il ne décolore pas immédiatement. On peut le distiller sur le sodium sans le

modifier notablement, et l'on atteint ainsi un composé pur bouillant à 90°-92°, qui n'est autre que l'*oxyhexane*-2.5 :

$$\underbrace{CH^3.CH.CH^2.CH^2.CH.CH^3}_{O}$$

On a trouvé : $d_0^{17} = 0,833$. Son indice est à 17°, $n_D = 1,4051$. On en déduit comme pouvoir réfringent moléculaire $P_D = 29,3$ (calculé 29,2). Comme l'avait indiqué Béhal, qui avait obtenu ce composé par une autre voie, c'est l'anhydride stable du *dihydrate de diallyle* (1).

$$CH^3.CHOH.CH^2.CH^2.CHOH.CH^3.$$

On peut admettre que ce dernier, diol γ, est produit par l'hydrogénation régulière de la dione, mais qu'il subit, dès sa formation, une déshydratation d'où provient l'eau recueillie dans le condenseur.

L'oxyde alcoolique et l'eau contiennent une petite proportion de *propanol* 2, $CH^3.CHOH.CH^3$, bouillant à 82°, provenant du dédoublement de la molécule de dione pendant l'hydrogénation.

En résumé, on retrouve dans l'hydrogénation des diverses diones des différences, dues à la position, analogues à celles que révèlent les autres points de leur histoire.

La dione α examinée n'a donné lieu à aucun dédoublement et a fourni les produits réguliers de son hydrogénation progressive.

Les diones β tendent surtout, comme au contact des alcalis, à une scission de la molécule, l'hydrogénation portant sur les tronçons.

La dione γ s'est montrée résistante au dédoublement : mais la déshydratation des diols γ étant aisée, on a obtenu l'anhydride.

L'étude des diones nous a naturellement amenés à celle des quinones, dont l'hydrogénation fera l'objet d'une prochaine Communication.

M. **F.-R. Helmert** fait hommage à l'Académie de la deuxième édition d'un Ouvrage intitulé : *Die Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate*.

---

(1) Béhal, *Ann. Chim. Phys.*, 6e série, t. XVI, 1889, p. 203.

PLIS CACHETÉS.

M. **Pierre Picard** aîné demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé dans la séance du 3 décembre 1906 et inscrit sous le n° 7173.

Ce pli, ouvert en séance par M. le Président, contient un *Projet d'aérovlane, dit* auboptère.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Noticia sobre a vida et a obra scientifica de Marcelin Berthelot, par A.-J. Ferreira da Silva.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations du Soleil faites à l'Observatoire de Lyon (lunette de* $0^m,16$ *d'ouverture), pendant le premier trimestre de* 1907. Note de M. **J. Guillaume**, présentée par M. Mascart.

Ce trimestre comporte 40 jours d'observation et les principaux faits qui en résultent sont les suivants :

Taches. — Relativement au trimestre précédent, le nombre des groupes a augmenté de deux tiers et leur surface totale d'un peu plus du double; on a, en effet, 69 groupes au lieu de 42 et 8050 millionièmes au lieu de 3917.

La répartition des groupes de part et d'autre de l'équateur est de 27 au Sud au lieu de 12 et de 42 au Nord au lieu de 30, soit une augmentation de 15 d'une part et de 12 d'autre part. Mais, malgré que les taches aient continué d'être plus nombreuses dans l'hémisphère boréal, c'est dans l'hémisphère austral que l'aire tachée a été la plus forte, avec 4462 millionièmes contre 3588 au Nord.

Il n'y a eu aucun jour sans taches et, par suite de la grande activité qui s'est manifestée dans la formation de ces phénomènes, cinq groupes de taches ont été visibles à l'œil nu; ce sont les suivants du Tableau I :

Janvier................	3,9	à + 8°	de latitude
Février................	2,0	+22	»
»	10,0	−12	»
»	12,5	−16	»
Mars................	11,7	−16	»

Remarquons toutefois que le cinquième est un retour du quatrième ([1]). D'autre part, on sait que le passage du troisième groupe à sa plus courte distance à la Terre a coïncidé avec une perturbation magnétique extraordinaire.

Enfin, comme dans le trimestre précédent, quelques petits groupes ont présenté des intermittences de visibilité.

Régions d'activité. — Le mauvais temps a causé des lacunes dans l'enregistrement des facules et, par suite, l'augmentation notée est moins forte pour ces phénomènes que pour les taches. On a noté 90 groupes au lieu de 76 et une surface totale de 132,9 millièmes au lieu de 71,2.

Dans leur répartition entre les deux hémisphères, on compte 33 groupes au lieu de 31 au Sud et 57 au lieu de 45 au Nord.

TABLEAU I. — *Taches.*

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		1907. Janvier. — 0,00.			
4	1	1,8		+10	10
28- 7	6	2,0	−10		48
28- 7	6	3,9		+ 8	666
3- 4	2	6,4	−14		14
7	1	6,7		+17	3
2- 7	3	7,3		+ 9	65
12	1	8,3		+ 0	17
12	1	9,6		+ 8	90
12-18	2	14,4		+16	102
12-18	2	14,7	−12		512
12-18	2	15,3	−18		156
18	1	15,4		+13	4
21-24	2	19,6		+18	128
18-24	3	21,7		+20	52
18-27	4	21,7	−15		168
21-31	4	26,1		+ 5	118
21- 1	5	27,3		+ 9	63
24- 1	3	28,5		+ 5	21
27	1	28,5		+22	9
27- 1	3	30,8		+ 8	157
31	1	31,9		+11	3
	10 j.		−13°,8	+11°,2	
		Février. — 0,00.			
27- 7	5	2,0		+22	582
31- 8	5	2,7		+11	267
31- 7	4	4,3		+12	78
6- 8	3	7,3	−13		485
8	1	9,2	− 5		21
		Février (suite.)			
7	1	9,7		+15	6
6- 8	3	10,0	−12		583
6-17	4	11,2	− 4		144
8	1	11,7		+14	16
6-18	5	12,5	−16		848
17-21	4	19,3		+15	185
17-27	7	22,2		+ 9	73
18-28	6	22,7	−12		324
17-28	8	23,2		+ 4	209
21-27	3	26,6		+16	15
25	1	26,8		+ 6	15
21- 1	6	27,2	− 8		79
28- 3	4	23,7		+ 9	24
	12 j.		−10°,0	+12°,1	
		Mars. — 0,00.			
25- 3	6	1,8		+23	210
27- 3	5	3,3	−16		44
1	1	3,8	−19		6
1	1	4,0		+ 4	4
27- 2	4	4,1		+15	13
27- 8	6	5,4		+ 7	121
28- 3	4	5,8	−11		4
1- 3	3	6,4		+15	4
1-12	3	6,7	− 6		112
2-13	5	7,9		+12	124
8	1	9,2		+14	9
2-13	5	9,2	−14		247

([1]) Cette région a montré des taches d'une façon persistante durant cinq rotations successives (décembre 1906 — avril 1907).

Dates extrêmes d'observ.	Nombre d'observations.	Pass. au mér. central.	Latitudes moyennes S.	Latitudes moyennes N.	Surfaces moyennes réduites.
		Mars (suite.)			
13-16	2	11,6	—25		7
8-13	3	11,7	—16		496
8-16	2	12,5	—20		39
12-16	3	15,8	—13		33
16	1	17,5		+ 9	3
16-25	7	19,5		+ 9	86
16-19	2	20,9		+11	3
16-22	5	21,3	— 8		21
16	1	21,9	—14		12
16-22	5	22,2		+ 1	10
22-23	2	22,5	—12		3
30	1	25,6		+ 4	4
22-29	7	26,0	—18		49
25-27	2	28,9		+15	6
30	1	29,7		+24	6
29	1	30,1		+ 9	7
2	1	30,6	—17		4
30	1	31,5	— 4		3
	18 j.		—14°,2	+11°,5	

Tableau II. — *Distribution des taches en latitude.*

1907.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier	»	»	»	4	1	5	16	9	6	1	»	»	21	2406
Février	»	»	»	4	3	7	11	4	6	1	»	»	18	3954
Mars	»	»	1	11	3	15	15	7	6	2	»	»	30	1690
Totaux	»	»	1	19	7	27	42	20	18	4	»	»	69	8050

Tableau III. — *Distribution des facules en latitude.*

1907.	Sud. 90°-40°.	40°-30°.	30°-20°.	20°-10°.	10°-0°.	Somme.	Nord. Somme.	0°-10°.	10°-20°.	20°-30°.	30°-40°.	40°-90°.	Totaux mensuels.	Surfaces totales réduites.
Janvier	»	»	»	5	4	9	18	8	7	3	»	»	27	43,1
Février	»	»	1	7	2	10	15	4	7	4	»	»	25	37,5
Mars	»	»	1	11	2	14	24	6	12	5	1	»	38	52,3
Totaux	»	»	2	23	8	33	57	18	26	12	1	»	90	132,9

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la variation des intégrales doubles.* Note de M. **Hadamard**, présentée par M. Émile Picard.

Il avait été impossible, jusqu'ici, pour le cas des intégrales doubles, de démontrer que les solutions des problèmes de calcul des variations à données analytiques sont également analytiques, et même de démontrer, pour ces solutions, l'existence des dérivées secondes, c'est-à-dire de réfuter l'objection bien connue de du Bois-Reymond.

Dans une élégante Note publiée aux *Comptes rendus* du 29 avril (¹),

---

(¹) Page 887.

M. Goldzieher s'est attaqué à ces deux questions si intéressantes, dont la seconde, en particulier, est fondamentale, puisqu'elle vise la mise en équation du problème proposé elle-même.

Malheureusement, cette double question est moins simple que le travail de M. Goldzieher ne permettrait de l'espérer.

Cela tient à ce que l'*inégalité*

$$(b) \qquad F_{pp}F_{qq} - F_{pq}^2 \neq 0$$

ne suffit pas au but proposé.

En ce qui concerne l'analyticité des solutions, le fait est bien connu : il revient à dire que les équations du second ordre à caractéristiques réelles admettent des solutions non analytiques.

Mais il en est de même en ce qui concerne l'existence des dérivées secondes. Soit, par exemple,

$$I = \int\int (p^2 - q^2)\, dx\, dy.$$

La variation première δI s'annulera toutes les fois que la fonction u sera de la forme

$$u = f(x+y) + \varphi(x-y),$$

f et φ admettant des dérivées premières, mais non nécessairement des dérivées secondes.

En un mot, *cette variation peut s'annuler sans que la fonction inconnue vérifie l'équation du second ordre correspondante.*

L'objection de du Bois-Reymond est fondée en fait.

Pour la réfuter, il faut nécessairement admettre, non seulement l'inégalité (b), mais l'inégalité plus restrictive

$$(a) \qquad F_{pp}F_{qq} - F_{pq}^2 > 0.$$

On serait alors conduit, comme on le voit en prenant le cas particulier de $F = p^2 + q^2$, à généraliser les délicates recherches que l'on doit à M. Goursat sur le théorème fondamental de la théorie des fonctions analytiques.

L'insuffisance de la condition (b) montre que les difficultés dont a su triompher M. Goursat se retrouvent toutes dans la question actuelle.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les groupes de transformations continus, infinis, simples.* Note de M. **E. Cartan**, présentée par M. Émile Picard.

On sait quelle est l'importance des groupes simples dans les différentes applications qu'on peut faire de la théorie des groupes de transformations. En particulier, en ce qui concerne l'intégration des systèmes différentiels admettant un groupe de transformation continu G de structure connue [1], cette importance résulte des recherches, déjà anciennes, de S. Lie, et de celles, plus récentes, exposées par M. Vessiot dans un Mémoire couronné par l'Académie des Sciences [2]. L'intégration d'un système différentiel donné admettant le groupe G est, en effet, ramenée à celle d'un système *résolvant* dont la nature peut être quelconque, et à celle d'une suite de systèmes particuliers (systèmes *automorphes* de M. Vessiot) dont chacun correspond à l'un des groupes simples qui se présentent dans la décomposition du groupe G en une série normale de sous-groupes, et dont la nature ne dépend que de la structure du groupe simple considéré.

En ce qui concerne les groupes simples *finis,* leur détermination complète résulte des recherches de M. Killing, confirmées par les miennes; en dehors d'un nombre très restreint de groupes simples particuliers, tous les autres se partagent en quatre grandes classes, connues d'ailleurs depuis longtemps. En ce qui concerne au contraire les groupes simples infinis, S. Lie en avait indiqué également quatre grandes classes, mais on ne savait s'il en existait d'autres; en l'absence de toute théorie précise sur la structure des groupes infinis, on ne savait guère comment aborder le problème. Il était même plus compliqué qu'on ne se le figurait généralement, car, à l'inverse de ce qui se passe pour les groupes finis, il existe des groupes infinis *intransitifs* qui ne sont isomorphes à aucun groupe transitif, et, parmi ces groupes intransitifs, il peut en exister de simples. Il ne suffisait donc pas, comme on pouvait l'essayer et comme S. Lie et M. Kowaleski l'ont fait pour $n = 2, 3, 4, 5$, de déterminer tous les groupes infinis primitifs à n variables.

C'est cependant par cette voie que je suis arrivé à la détermination de tous les types de groupes infinis simples. Il se présente en effet ici cette

---

(1) Cette structure est connue si l'on connaît les équations de définition des transformations finies du groupe.

(2) Voir *Sur l'intégration des systèmes différentiels,* etc. (*Acta mathem.,* t. XXVIII, 1904, p. 307-349).

circonstance, très favorable, que tous les groupes infinis primitifs à n variables appartiennent à six grandes classes seulement; parmi ces six classes quatre fournissent tous les groupes infinis simples transitifs; ce sont les quatre classes dont S. Lie avait signalé l'existence. Voici quelles sont les six classes de groupes infinis primitifs :

1° *Le groupe de toutes les transformations à n variables;*

2° *Le groupe des transformations à n variables qui laissent invariants les volumes;*

3° *Le groupe des transformations à n variables qui reproduisent les volumes à un facteur constant près;*

4° *Le groupe des transformations à* $2n \geqq 4$ *variables qui laissent invariante l'intégrale double*

$$\iint dx_1\,dx_2 + \ldots + dx_{2n-1}\,dx_{2n};$$

5° *Le groupe des transformations à* $2n \geqq 4$ *variables qui reproduisent l'intégrale double précédente à un facteur constant près;*

6° *Le groupe de toutes les transformations de contact dans l'espace à* $n \geqq 2$ *dimensions, considéré comme groupe de transformations ponctuelles à* $2n-1$ *variables.*

Les groupes 1°, 2°, 4°, 6° sont simples; le groupe 3° admet le groupe 2° comme sous-groupe invariant; le groupe 5° admet le groupe 4° comme sous-groupe invariant.

Les groupes infinis simples qui ne sont isomorphes à aucun groupe transitif ont pu assez facilement être déterminés en partant des résultats précédents. Ils se partagent en deux grandes catégories :

1° *Les groupes simples proprement dits : on les obtient en prenant un groupe simple transitif et en faisant dépendre les éléments arbitraires de la manière la plus générale possible de p variables invariantes par le groupe;* un groupe simple transitif fini d'ordre r devient ainsi un groupe simple infini intransitif dépendant de r fonctions arbitraires de p arguments.

2° *Les groupes simples improprement dits; chacun d'eux est isomorphe à un groupe dont les équations ont la forme suivante*

$$x'_1 = x_1, \qquad x'_2 = x_2, \qquad \ldots, \qquad x'_{n-1} = x_{n-1},$$
$$x'_n = x_n + f(x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}),$$

en désignant par f la solution la plus générale d'un certain système d'équations aux dérivées partielles linéaires et homogènes, à coefficients fonctions données de $x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}$.

Dans cette deuxième catégorie le sens du mot *simple* est un peu étendu,

chaque groupe G de la deuxième catégorie admet en effet des sous-groupes invariants Γ (d'ailleurs chacune de ses transformations est invariante pour le groupe). *Mais les groupes isomorphes* G|T *sont isomorphes holoédriques de* G. D'ailleurs la considération de ces groupes simples improprement dits est absolument nécessaire si l'on veut éviter les décompositions normales d'un groupe en une série *illimitée* de sous-groupes.

Si l'on admettait, ce que tous les auteurs qui se sont occupés de cette question semblent avoir fait implicitement, que tout groupe G peut être décomposé en une série normale limitée de sous-groupes

$$G, \quad G_1, \quad G_2, \quad \ldots, \quad G_q$$

telle que les groupes

$$G|G_1, \quad G_1|G_2, \quad \ldots, \quad G_{q-1}|G_q, \quad G_q$$

soient des groupes simples proprement dits, les résultats énoncés tout à l'heure, joints à ceux des recherches de M. Vessiot, conduiraient à la conclusion importante suivante ([1]) :

Si un système différentiel admet un groupe G *de structure connue, l'intégration des systèmes automorphes auxiliaires correspondants se ramène à l'intégration d'équations différentielles ordinaires.*

La nécessité de considérer les groupes simples improprement dits oblige de modifier cet énoncé de la manière suivante :

Les systèmes automorphes qui se présentent dans l'intégration d'un système différentiel donné admettant un groupe G *de structure connue s'intègrent au moyen d'équations différentielles ordinaires et, suivant les cas, de systèmes d'équations aux dérivées partielles linéaires à une fonction inconnue d'un certain nombre de variables indépendantes.*

Encore cet énoncé n'est-il certain que si l'on peut trouver pour tout groupe G une décomposition en une série normale *limitée* de sous-groupes donnant naissance à des groupes simples proprement ou improprement dits. Cette possibilité, quoique vraisemblable, n'a cependant pas encore été démontrée.

La méthode qui m'a conduit à la détermination des groupes infinis primitifs repose sur les théorèmes fondamentaux relatifs à la structure des groupes infinis ([2]) et sur l'étude des groupes linéaires et homogènes qui ne laissent invariante aucune multiplicité plane; elle m'a conduit d'ailleurs

([1]) E. Vessiot, *Acta math.*, t. XXVIII, 1904, p. 309.

([2]) E. Cartan, *Sur la structure des groupes infinis* (*Ann. Éc. norm.*, 3e série, t. XXI, 1904, p. 153; t. XXII, 1905, p. 219).

incidemment à d'autres résultats intéressants dans le détail desquels il m'est impossible d'entrer.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire.* Note de M. BARRÉ.

3. *Plus courte distance de deux génératrices infiniment voisines.* — Le pied de cette distance correspond à une solution de l'équation

$$(1) \qquad (\mathrm{KL} - \mathrm{N}\rho)\frac{\partial}{\partial\varphi}(\mathrm{KL} - \mathrm{N}\rho) + (\rho^2 + \mathrm{K}^2)\mathrm{M}\frac{\partial \mathrm{M}}{\partial\varphi} = 0.$$

Comme dans toutes les questions du même genre il est évident que toute solution de cette équation ne correspond pas nécessairement à un minimum. Dans l'impossibilité de séparer, en général, analytiquement les solutions correspondant réellement à un minimum, j'adopterai la définition suivante :

DÉFINITION. — *J'appelle* point central *de seconde espèce d'une génératrice tout point de celle-ci dont les coordonnées curvilignes* t, φ *vérifient l'équation* (1). *Lorsque la génératrice varie, ces points décrivent les diverses branches de la ligne de striction de* seconde espèce *de la surface.*

4. Il est intéressant de rechercher dans quel cas les lignes de striction des deux espèces coïncident complètement : on obtient alors le théorème suivant :

THÉORÈME VII. — *Les hélicoïdes de seconde espèce sont les seules surfaces dont les lignes de striction des deux espèces coïncident entièrement.*

Sur chaque génératrice il y a un point central unique déterminé par la relation $\varphi = -\frac{f'(t)}{\mathrm{K}'(t)}$ [1].

Les études qui conduisent à ce théorème mettent en évidence plusieurs séries de surfaces intéressantes; je cite ici celles qui me paraissent les plus importantes :

a. Surfaces à plan directeur et à pas constant telles que $w = 0$; dérivent géométriquement de la surface de vis à filet carré en faisant subir à cha-

---

(1) Voir pour ces notations ma Communication du 29 avril dernier. Cette formule tombe en défaut par les hélicoïdes ordinaires. On vérifie que les lignes de striction des deux espèces dans ce cas sont indéterminées. On peut convenir de dire qu'elles coïncident.

cune de ses asymptotiques une translation parallèle au plan directeur mais de loi absolument quelconque. Je les désigne dans la suite sous le nom de *surfaces* (Φ).

b. Surfaces engendrées par une hélice de forme invariable, de pas linéaire égal au rayon du cercle principal et dont le mouvement est tel que la rotation élémentaire autour de son axe est égale à la composante de la translation suivant celui-ci divisée par le pas linéaire. Je les appellerai *surfaces* (Ψ).

Propriété importante. — *Les surfaces Φ et Ψ partagent avec les hélicoïdes de seconde espèce la propriété suivante : leurs lignes de striction de seconde espèce comprennent toutes les branches de leurs lignes de striction de première espèce. Les surfaces de ces trois séries sont les seules jouissant de cette propriété.*

c. Surfaces à plan directeur et à pas constant dont le mouvement de la génératrice est défini par la relation $u^2 + v^2 = \rho'^2 + \frac{\rho^2\omega^2}{K_0^2}$.

Les génératrices ont une enveloppe. Cette arête de rebroussement fait partie des deux lignes de striction. C'est d'ailleurs un cas particulier d'une propriété générale (théorème VIII). J'appelle ces surfaces *surfaces* Γ. Si en outre on fait $\omega = 0$ on obtient une série de surfaces appartenant aux surfaces Φ que je désigne sous le nom de *surfaces* (C).

Théorème VIII. — *Si l'hélice génératrice admet une enveloppe, celle-ci est une branche commune aux lignes de striction des deux espèces.*

Théorème IX. — *Les surfaces à coïncidence complète (hélicoïdes de deuxième espèce) sont les seules pour lesquelles la ligne de striction de première espèce contient toutes les branches de la ligne de striction de seconde espèce.*

Remarque sur les surfaces à génératrices circulaires. — L'introduction de l'hypothèse $K = 0$ dans les problèmes précédents conduit aux résultats relatifs aux surfaces cerclées. On obtient en particulier la proposition suivante : *Les seules surfaces cerclées dont les deux lignes de striction sont à coïncidence complète sont* (abstraction faite d'éléments imaginaires sans intérêt) *celles qu'engendre un cercle dont le plan est osculateur au lieu de son centre et le rayon ρ égal au rayon de torsion τ du lieu des centres ou donné en fonction de τ par la relation différentielle* $\frac{d\rho}{ds} = \pm \frac{\sqrt{\rho^2 - \tau^2}}{\tau}$ (dans laquelle ds représente l'élément d'arc du lieu des centres).

Le cas où le lieu des centres est à torsion constante est particulièrement intéressant. La première série de surfaces correspondante ($\rho = \tau$) présente un caractère exceptionnel, la coïncidence n'est plus complète,

car la ligne de striction de première espèce est bien déterminée et celle de seconde indéterminée. Ce dernier résultat s'explique facilement, si l'on remarque que ces surfaces sont précisément celles dont les trajectoires orthogonales des cercles sont géodésiques, obtenues par M. Demartres dans le Mémoire déjà cité (*Annales de l'École normale*, 1885, p. 151).

C'est d'ailleurs au même fait que les hélicoïdes ordinaires doivent l'indétermination de leur ligne de striction de deuxième espèce.

5. Définition. — *Soit* K_1 *le pas angulaire de l'hélice génératrice.*

L'angle V *est donné par la formule :* $\operatorname{tang}^2 V = K_1^2 + \left(\frac{LK - N\rho}{\rho M}\right)^2$.

Posons

$$(2) \qquad K_1 = \operatorname{tang} V_1, \qquad \frac{LK - N\rho}{\rho M} = \operatorname{tang} U,$$

on obtient

$$(3) \qquad \operatorname{tang}^2 V = \operatorname{tang}^2 V_1 + \operatorname{tang}^2 U.$$

On remarquera que l'angle U est lié simplement à divers éléments géométriques de la surface; ainsi, on a

$$\operatorname{tang} U = -\operatorname{tang} V \cos W, \qquad \operatorname{tang} U \operatorname{tang} W = K_1.$$

J'appelle *paramètre de distribution en un point d'une génératrice l'expression*

$$(4) \qquad \frac{\partial \operatorname{tang} U}{\partial \varphi}.$$

Théorème X. — *Les surfaces hélicoïdales de seconde espèce sont les seules pour lesquelles le paramètre de distribution conserve la même valeur aux divers points d'une génératrice.*

Cette valeur est constante sur toute la surface, si le pas linéaire est fonction linéaire du rayon du cercle principal. En particulier, cette valeur est zéro dans les hélicoïdes ordinaires.

PHYSIQUE. — *Sensibilite absolue de l'oreille.* Note de M. **Henri Abraham**, présentée par M. J. Violle.

1. La sensibilité de l'oreille peut être déterminée en valeur absolue en produisant dans l'oreille des variations de pression d'amplitude connue.

Ces variations de pression sont produites dans un cylindre d'une centaine

de centimètres cubes de capacité, par les vibrations de la membrane d'un téléphone qui forme l'une des bases de la cavité cylindrique. L'autre base du cylindre est aussi fermée, sauf en son centre, où l'on a ménagé une ouverture munie d'un pavillon que l'on applique contre l'oreille.

L'appareil a été réalisé simplement en intercalant un bout de tube métallique large ($D = 4^{cm},25$; $H = 5^{cm},7$) entre la membrane et le pavillon d'un téléphone.

On envoie dans le téléphone des courants de période connue, et l'on en fait décroître l'intensité jusqu'au moment où l'on cesse d'entendre : on s'assure aisément que le son arrive bien par l'air, et non par les pièces métalliques.

La sensibilité de l'oreille se trouve repérée par ce courant limite, dont l'intensité se déduit des valeurs de la force électromotrice et des résistances du circuit.

2. Il reste à savoir à quelles variations de pression on a eu affaire.

Remarquons d'abord que, grâce à l'importance de la masse d'air comprimée, ces variations de pression sont trop faibles pour influer sur les mouvements de la membrane (il n'en est pas de même dans le téléphone ordinaire, où l'on diminue beaucoup les vibrations de la membrane en appliquant l'oreille contre le pavillon).

D'autre part, pourvu que l'on n'emploie que des sons peu élevés (200 à 500 périodes), notablement plus graves que le son propre de la membrane, aucune résonance ne se produit, et le déplacement de la membrane est à chaque instant proportionnel à l'intensité du courant, avec le même coefficient de proportionnalité que si l'on opérait avec un courant continu.

On voit donc que l'étalonnement de l'appareil peut se faire en y envoyant un courant continu et en mesurant le déplacement de la membrane, ou, plutôt, le volume balayé par la membrane dans ce déplacement.

A cet effet, on ferme l'ouverture de la cavité cylindrique avec un bouchon que traverse un tube calibré contenant un index liquide, et l'on mesure les déplacements de l'index en fonction du courant, avec des courants assez faibles pour que les variations de volume observées restent proportionnelles au courant.

Avec le téléphone peu sensible que j'ai utilisé, les variations de volume étaient de 6.10^{-7} centimètre cube par microampère. Le volume d'air intéressé, en y comprenant l'air de l'oreille externe, était d'environ 90^{cm^3}. Les variations de pression dues aux compressions adiabatiques de l'air étaient donc voisines de 7.10^{-7} centimètre de mercure par microampère : le calcul est fait comme pour une compression adiabatique infiniment lente, et cela est légitime parce que la longueur du cylindre a été prise très petite par rapport à la longueur d'onde.

3. La mesure de la sensibilité absolue de l'oreille a été faite par plusieurs observateurs, avec des courants à 500 périodes et à 250 périodes.

La sensibilité, qui ne se mesure guère qu'à 25 pour 100 près, était à peu près la même pour les deux fréquences et se caractérisait par une intensité de courant de 0,04 microampère efficace.

Il semble donc résulter de ces expériences que le *seuil des sensations de l'oreille normale correspond à des variations de pression ayant une amplitude d'environ 4 dix-millionièmes de millimètre de mercure* (1).

SPECTROSCOPIE. — *Sur les raies ultimes ou de grande sensibilité des métaux, dans les spectres de dissociation.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. A. Haller.

Au cours d'un nouveau travail sur les spectres d'étincelle des minéraux, poursuivi par les procédés photographiques dans les diverses régions du spectre, j'ai été amené à déterminer par quelles raies étaient représentés les divers corps simples se trouvant en faibles quantités, dans les substances volatilisées par la décharge de fortes capacités. Les raies d'un élément disparaissent successivement au fur et à mesure de la diminution de la teneur de celui-ci dans les divers échantillons examinés, et cet ordre de disparition est constant. On peut donc concevoir une *limite d'apparition totale* du spectre complet de l'élément, au-dessus de laquelle toutes ses raies seront présentes, et au-dessous de laquelle une partie seulement de celles-ci se manifesteront, puis disparaîtront tour à tour. Les dernières lignes qui persisteront seront des raies *ultimes*, qu'il faudra rechercher tout d'abord pour caractériser un corps en faible proportion.

Sir Norman Lockyer avait déjà observé « que, dans les mélanges de vapeurs et de gaz, les lignes les plus longues du composant le moins abondant restent encore vi-

---

(1) Cette valeur concorde suffisamment avec celle trouvée par Max Wien qui, en utilisant des résonances mécaniques et des amplifications optiques, était arrivé à mesurer les variations de pression dans les résonateurs de Helmholtz.

Ces résultats sont, par contre, beaucoup plus faibles que ceux obtenus par différents auteurs qui ont utilisé des méthodes analogues à celle indiquée autrefois par Lord Rayleigh. Cette méthode consiste à faire parler un tuyau sonore et à considérer l'énergie des vibrations obtenues comme égale à l'énergie dépensée pour insuffler l'air dans le tuyau sonore : il est clair que cette évaluation est faite excessivement par excès, et que tous les résultats obtenus par ces méthodes sont beaucoup trop grands.

sibles, après que les raies les plus courtes ont disparu, le spectre de chaque substance se simplifiant graduellement avec son pourcentage » (*Phil. Trans.*, 1873, 1874, et *Inorganic evolution*, p. 102). La longueur relative des raies étant délicate à déterminer et assez incertaine, je n'ai point été guidé par ce caractère. Pour un même élément, j'ai comparé les spectres fournis par des conditions thermiques ou électriques très différentes et j'ai constaté que les raies *ultimes* ne sont pas nécessairement les plus fortes de son spectre de dissociation, tel qu'on l'observe au-dessus de la *limite d'apparition totale,* mais bien les raies qui résistent à l'intercalation d'une forte self-induction (jusqu'à 0,025 henry) dans le circuit induit, ou qui continuent à rester fortes, soit dans l'arc, soit dans la flamme du chalumeau oxyhydrique, soit dans la région la plus chaude du bec Bunsen, c'est-à-dire la partie qui enveloppe immédiatement le cône bleu.

En sus de mes déterminations personnelles relatives à l'action de la self, je me suis reporté aux travaux de M. Hemsalech sur l'étincelle oscillante, de MM. Kayser et Runge sur l'arc, de M. Hartley sur la flamme du chalumeau, de M. de Watteville sur les différentes régions de la flamme. Il est résulté de cette étude que les raies qui, avec l'étincelle condensée, m'ont révélé la présence d'un corps en faible quantité, dans les minéraux, les alliages, ou les sels fondus, que ces raies ultimes sont des *raies de température relativement basse* visibles dans la flamme du chalumeau ou l'enveloppe du cône Bunsen.

Cette règle ne s'applique qu'aux métaux et, partiellement, à quelques métalloïdes dont je parlerai ultérieurement; on pourrait la présenter sous une autre forme en disant que la diminution, en teneur, d'un corps modifie son spectre, à l'intensité près, dans le même sens qu'un abaissement de température de la source lumineuse. Cette indication générale ne s'applique plus aux régions les moins chaudes des flammes, où, souvent, les raies les plus sensibles des températures supérieures ne sont plus représentées, et où d'autres raies, correspondant sans doute à des groupements constitutifs plus stables dans ces conditions, deviennent caractéristiques des faibles teneurs, comme par exemple 4226,9 du calcium et 4607,5 du strontium. Je donne ici les raies ultimes d'un certain nombre de métaux que j'ai étudiés, soit dans la partie visible avec deux prismes en flint, soit dans la région ultra-violette avec des spectrographes à systèmes optiques en quartz, ou en spath calcite, jusqu'aux environs de λ 2200. D'autres métaux, et certains métalloïdes, m'ont fourni des résultats semblables, mais je n'ai pu encore les étudier dans tout l'ultra-violet.

Les métaux alcalins donnant leurs spectres de lignes à basse température, les plus fortes raies de la flamme y sont les ultimes de l'étincelle; ainsi,

pour les raies rouges du *lithium*, dont 6708,2 est la plus sensible, on en trouvera un exemple frappant dans le texte des *Spectres lumineux*, p. 56, de M. Lecoq de Boisbaudran. Dans les régions aisément photographiables, les raies de grande sensibilité sont : pour le *lithium* la raie bleue 4602,5, pour le *potassium* le doublet violet (4047,4; 4044,3), pour le *sodium* le doublet ultra-violet (3303,2; 3302,5). Les intenses doublets ultra-violets du *cuivre* et de l'*argent* présentent une grande sensibilité : (3274,0; 3247,6) pour le cuivre, et (3383,0; 3280,8) pour l'argent. Les raies les plus persistantes de l'*or* sont, dans l'ultra-violet, 3122,9 et 2676,0. Pour le *magnésium*, la raie intense 2852,2 est d'une extrême sensibilité; on la voit, accompagnée de 2795,6, pour des traces de l'ordre du cent-millième, dans les minéraux. Le triplet bleu du *zinc* est presque aussi sensible que ses doublets ultra-violets qui se sont présentés en une seule raie chacun : 3345,2; 3303,0 (se confondant avec celui du sodium), 3282,4, ce dernier souvent masqué par la raie voisine, élargie, de l'argent. On connaît pour le *calcium* la grande sensibilité des raies [H] 3968,6 et [K] 3933,8; cette dernière paraît être l'ultime, ce qui confirme les essais de Sir William Huggins. Les raies correspondantes du *strontium*, 4215,7 et 4077,9, ont une sensibilité de même ordre. L'*aluminium* se reconnaît par son doublet (3961,7; 3944,2) aux limites de visibilité; ce métal ne donne pas de lignes dans les flammes; la dernière de ces deux raies paraît l'ultime. Dans toutes les sources lumineuses, le *thallium* est décelé, en faibles traces, par la raie verte classique 5350,7 et par l'ultra-violette 3775,9.

Les raies sensibles du *germanium* sont, dans l'ultra-violet, 3039,2 et 2651,4; les fortes raies visibles de l'orangé et du jaune sont peu sensibles et disparaissent avec une faible self-induction, ou par suppression du condensateur. De faibles traces d'*étain* se reconnaissent par sa forte raie bleue 4524,9, et surtout par ses raies ultra-violettes 3262,4 (l'ultime) et 2863,4. Le *plomb* est particulièrement typique par ses raies intenses de l'indigo 4387,1 et 4245,2, qui n'offrent aucune sensibilité et disparaissent rapidement soit par intercalation d'une self-induction, soit avec l'appauvrissement en plomb, tandis qu'au contraire la raie violette 4058,0, très persistante, présente une extrême sensibilité ainsi que les raies ultra-violettes 3683,6 et 3639,7. Des traces de *bismuth* sont décelées par sa raie bleue 4722,7, et surtout par l'ultra-violette 3067,8. Le *chrome* se montre facilement dans toutes les sources électriques et les flammes, par ses triplets : le vert, le bleu et l'ultra-violet (3605,5; 3593,6; 3578,8). Pour le *fer* les groupes du commencement de l'utra-violet (3929 à 3683) ont déjà été si-

gnalés comme fort sensibles, notamment dans les solutions, par Demarçay et, dans le chalumeau, par Hartley; j'ai constaté que le groupe très réfrangible, de basse température aussi (2767,6 à 2737,0), et la raie 3020,8 offraient une sensibilité bien supérieure, et notamment dans les minéraux.

En résumé, les raies ultimes, ou de grande sensibilité, sont les mêmes pour l'étincelle condensée, avec ou sans self, pour l'étincelle non condensée, pour l'arc et pour les flammes très chaudes. Cette remarque paraît susceptible de faciliter les recherches d'analyse spectrale.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Application de la loi de Trouton à la détermination des élévations moléculaires des points d'ébullition des dissolutions.* Note de M. **D.-E. Tsakalotos**, présentée par M. G. Lemoine.

I. L'équation de Clapeyron-Clausius et l'équation d'état de Clausius [1] montrent qu'il existe un rapport constant entre la chaleur moléculaire de vaporisation d'un corps et sa température absolue d'ébullition (à 760^{mm}) :

$$\frac{ML}{T} = \text{const.}$$

C'est la *loi de Trouton* (*Phil. Mag.*, 1884), déjà trouvée empiriquement par Despretz (*Ann. Ch. Phys.*, 1823).

Nernst a démontré récemment [2] que la valeur de l'expression $\frac{ML}{T}$ augmente régulièrement avec la température et cet accroissement est sensiblement proportionnel à $\log T$: l'expression la plus approchée de la loi de Trouton serait

$$\frac{ML}{T} = 9{,}5 \log T - 0{,}007\,T. \tag{1}$$

En combinant cette relation (règle Trouton-Nernst) avec l'équation de Van't Hoff et Le Chatelier appliquée par Arrhénius et Beckmann [3]

---

(1) Le Chatelier, *Recherches sur les équilibres chimiques*. Paris, 1888, p. 189. — Batschinski, *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. XLIII, 1903, p. 369.

(2) Nernst, *Nachr. d. Ges. d. Wissenschaften zu Göttingen*, 1906. — *Theoretische Chemie*. Stuttgart, 1906, p. 329.

(3) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, t. IV, 1889, p. 550. — En admettant comme valeur de $\frac{ML}{T} = 20{,}6$, Beckmann avait proposé la formule $E = 0{,}00096\,MT$

à la détermination de constantes ébullioscopiques des dissolutions

$$E = \frac{0,02\,T^2}{L},$$

on obtient la relation

$$(2) \qquad E = M \frac{1}{475 \frac{\log T}{T} - 0,35},$$

qui permet de calculer les élévations moléculaires en connaissant seulement le poids moléculaire du dissolvant et son point d'ébullition. Nous avons calculé à l'aide de cette relation les valeurs de constantes ébullioscopiques des principaux dissolvants. Nous comparons ci-dessous ces valeurs aux valeurs expérimentales de E déterminées par Beckmann [1] et à celles que l'on obtient par la relation de Van't Hoff :

		E.		
	$T = (273 + t)$.	Formule (2).	Expérience.	Van't Hoff.
Oxygène (O^2)	90°,6	2,9	2,9	»
Chlore (Cl^2)	239,4	16,3	16,5	17,1
Brome (Br^2)	336	49,8	52	49,5
Anhydride sulfureux	263	15,9	15	14,9
Éther éthylique	308	21,2	21,1	21,5
Acétone	329,3	17,7	16,7	17,3
Sulfure de carbone	319,2	22,5	23,7	24,3
Chloroforme	334,2	36,9	36,9	38,2
Tétrachlorure de carbone	351,5	49,8	48	53,3
Bromure d'éthylène	400	68,6	64,3	74,9
Benzène	353,3	24,7	26,7	26,9
Nitrobenzène	478	51,0	50,4	»
Aniline	457	38,5	32,2	44,8

II. Pour les corps polymérisés à l'état liquide la relation n'est plus applicable, car la valeur de L se trouve alors beaucoup plus influencée que celle de T ; la formule (2) peut alors servir de *criterium dans la recherche de l'association moléculaire* d'un corps. Il est néanmoins possible de calculer

pour le calcul approximatif de constantes ébullioscopiques. Une formule analogue, $E = \frac{MT}{1060}$, a été déduite de l'équation de Clapeyron-Clausius par M. Taudler (*Zeitschrift für physikalische Chemie,* t. LVII, 1907, p. 129).

(1) La constante ébullioscopique de l'oxygène est celle déduite des expériences de M. Hunter (*Journ. of physical Chemistry,* t. IV, 1906, p. 348).

dans ce cas les constantes ébullioscopiques des homologues d'une même série organique, car Louguinine ([1]) et R. Schiff ([2]) ont montré que la valeur de $\frac{ML}{T}$ reste sensiblement constante pour les différents corps d'une série, même lorsque les membres de cette série sont des corps associés : il suffit de connaître la constante de l'un d'eux; on aura ainsi

$$(3) \qquad \frac{E}{E_x} = \frac{MT}{M'T'}.$$

Nous avons calculé, à l'aide de cette relation (3), les constantes ébullioscopiques de la série des alcools, en admettant comme connue celle de l'alcool éthylique E = 11,5 (Beckmann) :

	T.	E : Form. (3).	Expérience.	Van't Hoff.
Alcool méthylique.......	340	7,6	8,4	8,6
» propylique.......	367,8	15,7	15,8	16,4
» isobutylique......	377,6	19,9	19,4	»
» isoamylique......	404,5	25,3	25,7	26,9

Pour les corps polymérisés à l'état gazeux, la formule (3) peut être utilisée en admettant comme poids moléculaires ceux donnés par les densités prises aux points d'ébullition. Si l'on admet comme poids moléculaire de l'acide formique ([3]) à l'état de vapeur 1,7 × 46 environ et pour celui de l'acide acétique 1,61 × 60 et comme constante ébullioscopique du dernier acide la valeur E = 29,9, on trouve pour l'acide formique E = 23,3; cette valeur concorde avec celle que Beckmann ([4]) a déterminée expérimentalement : E = 22,8 et 24,3.

([1]) Louguinine, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 645.

([2]) R. Schiff, *Liebig's Annalen*, t. CCXXXIV, 1886, p. 338.

([3]) Pour l'acide formique, valeur déduite des expériences de Bineau, *Ann. Chim. Phys.*, 3e série, t. XVIII, 1886, p. 226, et de Petterson et Ekstrand, *Ber. deutsch. chem. Ges.*, t. XXIII, 1880, p. 1193. — Pour l'acide acétique *cf.* Baume et Tsakalotos, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 373.

([4]) *Zeitschrift für physik, Chem.*, t. LVII, 1907, p. 129.

CHIMIE. — *Sur les mélanges explosifs d'air et d'éther.* Note de M. J. MEUNIER, présentée par M. Troost.

La Note *Sur les limites d'inflammabilité des vapeurs combustibles,* que MM. Le Chatelier et Boudouard viennent de rappeler (voir ce Tome, p. 910) et qu'ils ont publiée en 1898, m'avait complètement échappé, sinon, je n'aurais pas manqué de la signaler dans ma précédente Note (voir ce Tome, p. 796).

Pour les vapeurs d'éther solubles dans l'eau, il faut évidemment éviter toute méthode où les manipulations de gaz se font sur l'eau.

J'ai complété les expériences exposées dans ma précédente Note et j'ai reconnu, contrairement à ce que j'avais pensé, qu'il n'était pas nécessaire, pour déterminer avec précision et rapidité les limites d'inflammabilité *supérieures* et *inférieures*, de recourir à des récipients de 1^l de capacité. Le poids des gouttes d'éther varie avec l'instrument qui les donne, mais il est bien constant pour un même instrument. J'ai dit comment je m'y prends pour m'en assurer. Ainsi, j'ai des pipettes qui donnent la goutte de 11^{mg} et un compte-gouttes qui donne celle de 15^{mg}. Dans un tube éprouvette de 190^{cm^3}, avec une goutte d'éther de 11^{mg}, j'obtiens exactement la limite *inférieure* d'inflammabilité, cela fait 58^{mg} au litre d'air, avec un tube de 252^{cm^3} et une goutte d'éther de 15^{mg}, même résultat, cela fait 59^{mg}; la température était de 15° à 18°. MM. Le Chatelier et Boudouard ont indiqué 60^{mg}; ces résultats s'accordent donc aux limites d'erreur près que la méthode comporte.

En répétant le même essai avec un tube de 500^{cm^3} et 2 gouttes de 15^{mg}, l'inflammabilité n'est pas aussi facile à obtenir; j'attribue cela à ce que, sur ce volume plus grand, le mélange d'éther et d'air s'effectue d'une façon moins parfaite.

On voit donc qu'en employant des tubes éprouvettes, non pas d'un volume unique, mais d'une capacité en rapport avec le poids de la goutte d'éther ou d'un autre liquide combustible, on peut arriver simplement et rapidement à déterminer les limites d'inflammabilité. J'utiliserai ce principe.

La limite *supérieure* d'inflammabilité de l'éther me paraît bien être de 195^{mg}. On peut adopter pratiquement le nombre de 200^{mg} que j'ai déjà indiqué.

Je suis en mesure aujourd'hui de mieux analyser que précédemment les diverses phases d'explosivité des mélanges d'éther et d'air. A la limite inférieure, soit 58^{mg} à 60^{mg} au litre d'air, il n'y a qu'une inflammation

lente, sans aucun bruit, par la flamme de l'allumette. Que le mélange contienne 1^{mg} ou 2^{mg} de moins, l'inflammation ne se produit pas et, si on laisse tomber l'allumette dans le tube, elle continue à brûler aux dépens de l'oxygène qui ne se porte pas sur la vapeur d'éther. En augmentant la proportion d'éther, l'explosion commence à se produire et devient violente pour 160^{mg}, elle demeure violente jusqu'à 170^{mg} ou 175^{mg}, elle l'est extrêmement pour les proportions de 120^{mg} à 150^{mg}, puis, à partir de 175^{mg}, elle se calme peu à peu et, si l'on me permet cette expression, elle meurt entre 190^{mg} et 200^{mg}. A partir de 200^{mg} le phénomène change, et l'allumette enflammée, en tombant dans l'éprouvette, s'éteint en tous ses points incandescents. L'excès de vapeur d'éther entrave l'action de l'oxygène de l'air sur l'allumette et cet excès de vapeur joue le rôle *d'extincteur* (1).

Voici, relativement aux vapeurs d'éther, des remarques qui peuvent être utiles pour certaines industries, en particulier pour celles de la fabrication de la soie artificielle, de la fabrication des poudres à base de fulmicoton et pour le régime des locaux de conservation de ces poudres, les magasins, les soutes de navire de guerre, etc., où la ventilation doit être très faible, ou même évitée. Les vapeurs d'éther, étant 2 fois et demie plus lourdes que l'air, tendent à s'accumuler en couches dans les parties basses et près du sol : ce fait est connu dans les fabriques d'éther, où l'on recherche grossièrement l'éther en recueillant l'air près du sol et en le sentant. La considération suivante permettra de se rendre compte du danger qui peut résulter de cette accumulation en un local non aéré. Supposons que ce local soit de 30^{m^3} et qu'il ait 3^m de hauteur, le mélange à 100^g par mètre cube étant très explosif, par suite de l'accumulation, 100^g d'éther suffiront pour former près du sol une couche très explosive de 10^{cm}, 200^g une couche de 20^{cm}, ainsi de suite. Il est donc important de puiser de l'air en ces couches pour le soumettre à l'essai dont j'ai donné les principes dans ma Note précédente (p. 798), et à l'exécution duquel je compte apporter bientôt de notables perfectionnements.

---

(1) Ces propriétés successives paraissent générales pour les mélanges d'air et de vapeurs combustibles. Ainsi, le sulfure de carbone a des limites d'inflammabilité beaucoup plus étendues que celles de l'éther, et j'ai reconnu, par le procédé ci-dessus, qu'il en fallait près de 900^{mg} pour atteindre la limite supérieure d'inflammabilité, c'est-à-dire 4 fois et demie plus que d'éther; et, de fait, l'allumette s'éteint en un mélange effectué en cette proportion.

CHIMIE. — *Déshydratation catalytique des alcools par le phosphore amorphe et les phosphates.* Note de M. **J.-B. Senderens**, présentée par M. G. Lemoine.

Le phosphore amorphe employé dans ces expériences est celui qui est livré par le commerce sous la forme d'une poussière impalpable, onctueuse au toucher, de couleur violacée; sa densité était 2,165. J'avais pensé tout d'abord qu'il agirait sur les alcools comme réducteur et que l'on aurait, par exemple, avec l'*alcool éthylique*,

$$3C^2H^5OH + P^2 = P(OH)^3 + PH^3 + 3C^2H^4,$$

c'est-à-dire 25 pour 100 de PH^3 pour 75 pour 100 d'éthylène.

Le dégagement gazeux commence vers 215° et devient abondant à 230°-240°, mais le gaz ne renferme que 5 pour 100 de PH^3, le reste étant de l'éthylène.

L'alcool *propylique* a donné sensiblement les mêmes résultats.

Avec le *butanol*, le gaz commence à se dégager à 180°, et à 205° où il est abondant il ne renferme que 3 pour 100 de PH^3.

La proportion de PH^3 se réduit à 0,8 pour 100 pour l'alcool *isobutylique primaire* à 185°, et elle est nulle pour l'alcool *isopropylique* et le *triméthylcarbinol* à 150°, où les gaz se dégagent avec abondance et ne renferment que les carbures éthyléniques correspondants.

On se trouve donc en présence d'une action catalytique du phosphore amorphe sur les alcools, qui les décompose en eau et carbure éthylénique. Le pouvoir réducteur ne paraît intervenir que vers 180° et, comme il était facile de le prévoir, il augmente avec la température. L'hydrogène phosphoré n'est mêlé au carbure qu'à l'état de traces ou en quantité minime, qu'il est facile de retenir par un simple barbotage dans un tube de Liebig, à travers une solution concentrée de sulfate de cuivre légèrement chauffée.

Le phosphore amorphe serait, par conséquent, tout indiqué pour la préparation des oléfines, si son pouvoir catalytique ne se modifiait pas avec ses différentes variétés. Or il n'en est pas ainsi. J'ai rencontré un de ces phosphores, d'un rouge plus foncé que le précédent, d'un grain plus grossier et à reflets cristallins, ayant 2,145 comme densité et qui est bien moins actif vis-à-vis des alcools, qu'il ne commence à décomposer qu'au-dessus

de 260°, lorsque le phosphore rouge se transforme en phosphore ordinaire.

Ces difficultés disparaissent lorsque, au lieu du phosphore amorphe, on s'adresse aux phosphates, et avec ces derniers composés on se trouve en possession d'une méthode générale de préparation des *oléfines* et des *cyclènes* à partir des alcools forméniques et cycliques.

Mes essais ont porté sur divers phosphates; c'est celui d'alumine PO^4Al qui a paru le plus actif, et c'est avec ce phosphate pur, en poussière, préalablement calciné dans un creuset de platine et chauffé ensuite dans un tube de verre, d'après le dispositif ordinaire, qu'ont été obtenus les résultats résumés ici et qui feront l'objet d'un Mémoire plus étendu :

Alcool éthylique. — Le dégagement d'éthylène pur commence vers 330° et devient abondant à 380°.

Propanol-1 (1) donne du propylène pur vers 300° et avec abondance à 340°.

Butanol-1 se décompose au-dessous de 300° et donne avec abondance, à 320°, un mélange de 27 pour 100 d'isobutylène et de 73 pour 100 de butène-1.

Alcool isobutylique (méthyl-2-propanol-1) donne dès 280° et avec abondance à 310° un mélange de 68,5 pour 100 d'isobutylène et de 31,5 pour 100 de butène-1.

Triméthylcarbinol, décomposé dès 140°, donne à 200° un bon dégagement d'isobutylène pur.

Alcool isopropylique (propanol-2), décomposé dès 250°, donne à 300° un excellent dégagement de propène.

Alcool isoamylique de fermentation, chauffé de 300° à 350°, fournit un liquide qui distille de 27° à 35°, composé principalement de méthyl-2-butène-3 et de méthyl-2-butène-1, avec de petites quantités de triméthyléthylène et de pentène-1.

Alcool amylique tertiaire donne le triméthyléthylène.

Alcool octylique normal fournit l'octylène-α qui bout à 122°-123°.

Alcool octylique secondaire donne un octylène qui bout à 120°,5-121°,5.

La méthode de déshydratation par les phosphates, et particulièrement par le phosphate d'alumine, s'applique avec la plus grande facilité aux alcools de la série cyclique. En opérant sur un certain nombre de cyclohexanols, j'ai constaté que leur déshydratation se faisait au-dessous de 300° et que jusqu'à 400° elle s'accomplissait sans aucune perturbation. Entre 300° et 350° et avec une vitesse de 12g à 15g à l'heure, j'ai obtenu, avec un rendement total, les *cyclènes* correspondant au *cyclohexanol,* aux trois *méthylcyclohexanols,* au *diméthylcyclohexanol*-1-3-4, au *menthol,*

(1) Cet alcool et les suivants ont été fournis par la maison Kahlbaum.

Les alcools ne sont pas, d'ailleurs, les seuls composés organiques qui se prêtent à ce genre de déshydratation, comme aussi en dehors des phosphates j'ai rencontré, dans le cours de mes recherches, d'autres catalyseurs, mais de moindre importance. Parmi ces derniers, il faut distinguer toutefois les silicates, dont je poursuis l'étude en ce moment, et la silice, qui présente la propriété singulière d'être, selon son état cristallisé ou amorphe, catalyseur déshydrogénant ou catalyseur déshydratant.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'amalgame de magnésium sur les aldéhydes.* Note (¹) de MM. **André Kling** et **Paul Roy**, présentée par M. Troost.

Au cours d'un travail de M. L. Meunier sur l'amalgame de magnésium, il est dit que ce dernier condense l'aldéhyde en un glycol butylénique. Ayant eu à répéter cette action, nous nous sommes proposé de l'étendre à quelques autres aldéhydes grasses ou aromatiques et de fixer le mécanisme de la réaction.

Nous avons opéré la réaction, suivant les indications de M. L. Meunier (²), en employant le benzène comme solvant.

Le produit de la réaction est versé dans de l'eau froide additionnée d'un peu d'acide sulfurique. Il se sépare une couche benzénique qu'on décante et qu'on distille.

La solution aqueuse neutralisée exactement par CO^3K^2 est évaporée à sec vers 40°, et le résidu obtenu est épuisé au chloroforme. Les solutions chloroformiques sont distillées à leur tour. Dans toutes les réactions indiquées ci-dessous, il se produit des quantités importantes de résines qui réduisent considérablement les rendements.

Résultats. — 1° *Aldéhyde formique.* — Avec le trioxyméthylène pas de réaction ni à froid ni à chaud.

2° *Aldéhyde éthylique.* — Réaction très violente, il est nécessaire d'étendre l'aldéhyde avec du benzène et de refroidir par des affusions d'eau le ballon dans lequel s'effectue la réaction.

(¹) Présentée dans la séance du 13 mai 1907.

(²) L. Meunier, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 472.

On a obtenu comme produit principal un liquide oléagineux bouillant à 203°-204° sous 760^{mm} et qui à l'analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $C^4H^{10}O^2$.
C...........	52,99	53,3
H...........	11,18	11,3

C'est donc un glycol butylénique. Mais son point d'ébullition ne permet pas de le considérer, avec M. L. Meunier, comme un glycol bisecondaire

$$CH^3-CHOH-CHOH-CH^3,$$

et le rapproche plutôt du glycol de l'aldol $CH^3-CHOH-CH^2-CH^2OH$.

Pour trancher ce point nous avons utilisé la méthode de différenciation des alcools et des glycols décrite par l'un de nous ([1]).

	Densités de vapeurs prises aux températures d'ébullition de			
	Naphtaline.		Anthracène.	
	Densité trouvée.	Rapport : densité normale / densité trouvée.	Densité trouvée.	Rapport : densité normale / densité trouvée.
$CH^3CHOHCH^2CH^2OH$...	3,06	1,01	3,02	1,01
$CH^3CHOHCHOHCH^3$...	2,96	1,07	1,20	2,60
Glycol obtenu par l'action de l'amalgame de Mg sur l'aldéhyde............	2,99	1,04	3,15	0,99

Le glycol formé est bien le glycol de l'aldol et non le butane diol 2.3. Le rendement en glycol est d'environ 15 pour 100 de l'aldéhyde mise en œuvre.

3° *Aldéhyde propylique.* — Réaction peu vive. Le produit obtenu ne bout pas à point fixe, c'est un mélange d'un glycol et de son éther propionique. Saponifié par de la potasse alcoolique il fournit définitivement du propionate de potasse et un glycol en C^6 bouillant à 214°-215° sous 760^{mm} et à 174° sous 70^{mm}.

Analyse :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6H^{14}O^2$.
C................	60,87	61,01
H................	11,96	11,86

([1]) Kling et Viard, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1172.

Ce glycol est le méthyl-2.pentane diol-1.3.

$$CH^3.CH^2CHOH.\underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - CH^2OH$$

déjà décrit par Talberg, qui l'a obtenu par aldolisation de l'aldéhyde propylique à l'aide de la potasse.

Pour le prouver nous avons déterminé et comparé les constantes physiques de notre glycol et de celui de Talberg, ainsi que celles des deux acétines que nous avons formées en faisant bouillir chacun de ces glycols avec un excès d'anhydride acétique, puis lavant le produit par du CO^3Na^2 faible, séchant et rectifiant dans le vide.

	Point de fusion.	Point d'ébullition sous 760mm.	Point d'ébullition des acétines sous 75mm.	Indication de saponification des acétines.	Indication de saponification calculée pour la monoacétine.
Glycol de Talberg........	—32°	214°	178°-180°	34°,8	= 35°,0
Glycol obtenu par MgHg sur l'aldéhyde propylique	—33°	214°-215°	178°-180°	35°,4	

L'identité des deux glycols est donc établie.

Le rendement en $CH^3.CH^2CHOH.\underset{\underset{CH^3}{|}}{CH} - CH^2OH$ oscille entre 10 et 12 pour 100.

4° *Aldéhyde benzoïque.* — (Pure et à peu près exempte de produits d'oxydation spontanée à l'air).

Nous avons obtenu :

a. Du benzoate de magnésie;

b. De l'éther benzoïque de l'alcool benzylique;

c. Une petite quantité d'hydrobenzoïne iso (point de fusion = 125°).

5° *Chloral.* — Pas de réaction. Par distillation on régénère tout le chloral non altéré par son contact avec l'amalgame.

Conclusions. — L'amalgame de magnésium agit sur les aldéhydes grasses pour les aldoliser comme le feraient les alcalis caustiques, puis réduit l'aldol formé.

Le mécanisme de la réaction nous paraît être le suivant :

L'aldéhyde, au contact de l'amalgame de magnésium, agit suivant ses deux formes desmotropiques différentes

$$CH^3C\begin{matrix}\diagup\!\!\!\diagup O\\ \diagdown H\end{matrix} \quad \text{et} \quad CH^2 = C\begin{matrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{matrix}$$

qui, avec le Mg, donnent le complexe

$$CH^3-\overset{\diagup O - Mg \diagdown}{\underset{\diagdown H}{C}}- CH^2 - C\begin{smallmatrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{smallmatrix},$$

lequel se décomposant par l'eau fournit

$$CH^3\overset{\diagup O - Mg \diagdown}{\underset{\diagdown H}{C}}- CH^2 - C\begin{smallmatrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{smallmatrix} + 2H^2O = CH^3\overset{\diagup OH}{\underset{\diagdown H}{C}}-CH^2-\overset{\diagup H}{\underset{\diagdown OH}{C}}-H + Mg(OH)^2.$$

Ce qui rend très vraisemblable cette hypothèse, c'est la remarque que, dans l'aldolisation par l'amalgame de magnésium, la soudure se produit toujours sur l'atome de C voisin du groupement $-C\begin{smallmatrix}\diagup\!\!\diagup O\\ \diagdown H\end{smallmatrix}$. Si cet atome de C ne se trouve pas dans les conditions nécessaires pour la création de la forme desmotropique non saturée $-C=C\begin{smallmatrix}\diagup H\\ \diagdown OH\end{smallmatrix}$, la soudure ne se produit pas (cas du chloral), ou alors se produit entre les atomes de C des groupements fonctionnels aldéhydiques (cas de l'aldéhyde benzoïque).

Quant à la production simultanée d'alcool et d'acide correspondant à l'aldéhyde employée, c'est-à-dire d'un dérivé d'oxydation et d'un dérivé de réduction de cette aldéhyde, elle constitue un fait déjà fréquemment signalé dans l'action des bases sur les aldéhydes.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons doubles du sesquisulfure d'aluminium avec les protosulfures de chrôme, de nickel, de cobalt et de magnésium.* Note de M. **Marcel Houdard**, présentée par M. Ditte.

Nous avons signalé, dans une Note antérieure [1], la formation des sulfures doubles d'aluminium et de manganèse, d'aluminium et de fer, par fusion d'un mélange des sulfures dans une atmosphère d'hydrogène sulfuré.

Nous avons tenté depuis de préparer des composés analogues par sulfuration de l'aluminium en présence des autres métaux de la famille du fer.

---

[1] M. Houdard, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 15 avril 1907, p. 801.

Le sesquisulfure de chrome s'unit aux monosulfures pour former des combinaisons analogues aux chromites $Cr^2O^3M''O$. Gröger [1], en fondant de l'oxyde de chrome avec du carbonate de soude ou de potasse et du soufre, a obtenu les composés $Cr^2S^3Na^2S$ et $Cr^2S^3K^2S$, qui lui ont fourni ainsi qu'à Schneider [2], par double décomposition avec les sels métalliques correspondants, les sulfures : Cr^2S^3SnS ; Cr^2S^3CoS ; Cr^2S^3NiS. Christensen [3] par la même méthode a préparé Cr^2S^3CdS. Gröger [4], en chauffant dans l'hydrogène sulfuré le chromite de manganèse, et Smith [5], les chromites de zinc et de fer, ont obtenu les combinaisons : Cr^2S^3MnS ; Cr^2S^3ZnS ; Cr^2S^3FeS. Nous avons cru intéressant de rechercher si en sulfurant le chrome, en présence de l'aluminium, on obtiendrait un mélange ou une combinaison des deux sesquisulfures ou si le chrome passant à l'état de protosulfure, il y aurait formation d'un composé double de la forme Al^2S^3CrS.

Nous avons chauffé dans l'hydrogène sulfuré le mélange suivant :

Al^2.......	5g,4 + 1,6 (excès)
Cr........	5g,6

Nous avons obtenu une masse cristalline noire, attaquable par l'eau avec dégagement d'hydrogène sulfuré et dépôt d'alumine; il reste un résidu cristallin noir rougeâtre qui, pulvérisé et lavé à l'acide chlorhydrique étendu, puis soumis à l'analyse, présente la composition suivante :

	I.	II.	Calculé pour Al^2S^3CrS.
Al pour 100........	22,62	22,22	23,12
Cr »	24,01	23,40	22,21
S »	55,31	54,12	54,67

En présence d'un excès de chrome, il ne semble pas d'ailleurs qu'il y ait, dans ces conditions, formation du sesquisulfure de ce métal. La masse cristalline obtenue ne s'attaque que très difficilement par l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique. L'acide azotique détruit peu à peu la combinaison double et laisse un résidu minime de cristaux noirs, qui présentent les propriétés du protosulfure de chrome.

---

(1) GRÖGER, *Monatshefte*, 1880, p. 242.
(2) SCHNEIDER, *J. f. prakt. Chem.*, 2e série, t. LVI, 1897, p. 401.
(3) CHRISTENSEN, *J. f. prakt. Chem.*, t. XLV, 1892, p. 371.
(4) GRÖGER, *Ann. Ph. Ch. Wiedm.*, t. LXXXI, p. 531.
(5) SMITH, *Ann. Liebig*, t. CXCIV, 1878, p. 304.

Le nickel et l'aluminium, mélangés suivant le rapport de Al^2 à Ni avec un léger excès d'aluminium et chauffés, dans l'hydrogène sulfuré, au four à vent, nous ont donné une matière fondue, noirâtre, très bien cristallisée, à cassure présentant des surfaces de clivage très nettes. L'attaque de ce produit par l'eau donne lieu à la décomposition de l'excès de sulfure d'aluminium et libère des paillettes cristallines rougeâtres qui s'altèrent en devenant peu à peu noires. Nous n'avons pu réussir à isoler un composé défini; il semble qu'il y ait hydratation et oxydation du produit séparé.

Le cobalt traité d'une manière semblable fournit une masse cristalline jaune, mais le composé séparé par l'eau, à l'état de paillettes jaune d'or, s'altère rapidement en changeant de teinte et devient ainsi peu à peu noir. Il en est de même avec tous les réactifs que nous avons employés.

Enfin nous avons essayé de préparer le sulfure double Al^2S^3MgS correspondant au spinelle Al^2O^3MgO.

Nous avons mélangé les deux métaux en poudre grossière, suivant le rapport de Al^2 à Mg. La matière fondue que nous avons obtenue est cristalline, à cassure rosée. Traitée par l'eau, par l'alcool à 90°, l'acide acétique cristallisable étendu par de l'alcool absolu, l'eau privée d'oxygène par ébullition prolongée dans le vide et saturée ensuite d'hydrogène, cette masse se délite en dégageant de l'hydrogène sulfuré et libère des paillettes roses qui ne tardent pas à changer de couleur et deviennent vert foncé. Séchés dans le vide ou à l'air, après lavage à l'alcool puis à l'éther absolu, ces cristaux s'oxydent et deviennent peu à peu incolores.

Les propriétés optiques des cristaux et l'examen des formes cristallines des produits bruts révèlent leur structure cubique. Les combinaisons que nous avons pu isoler et analyser . Al^2S^3MnS, Al^2S^3FeS, Al^2S^3CrS, peuvent être rapprochées du spinelle dont ils offrent la structure cristalline, et comparés aux spinellides avec substitution du soufre à l'oxygène dans ces composés.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la dissociation des silicates de lithium.* Note de M. **Edgard Derome**, présentée par M. Ditte.

Dans ses recherches sur la dissociation du carbonate de lithium (*Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903), M. Paul Lebeau a constaté que ce phénomène se manifeste non seulement par une perte d'anhydride carbonique, mais encore par une perte de lithine assez abondante pour provo-

quer en quelques heures la volatilisation apparente totale d'une masse de carbonate chauffée dans le vide aux environs de 1000°.

Il était intéressant de rechercher si les silicates de lithium pouvaient eux aussi subir, dans les mêmes conditions, une dissociation partielle ou totale, dont la caractéristique serait la formation d'une phase lithine gazeuse aux dépens de la masse de silicate fondue.

La dissociation s'effectue dans un tube de porcelaine où l'on a fait préalablement le vide et que chauffe un four électrique à résistance dont la température est mesurée par une pince thermoélectrique. Cette température est réglée au moyen d'un rhéostat interposé sur le circuit. Le produit est placé dans une petite nacelle de platine préservée du contact de la couverte intérieure du tube de porcelaine par une seconde nacelle et une feuille de platine formant grossièrement couvercle.

Si le silicate émet de la vapeur de lithine, celle-ci viendra se condenser sur la couverte du tube de porcelaine, provoquant ainsi une distillation continue dont nous pourrons mesurer la vitesse par des pesées et des analyses opportunes.

Mes premières expériences ont porté sur un verre de lithium obtenu en chauffant quelques heures à 900°, dans un courant d'hydrogène, un mélange de silice et de carbonate de lithium.

Voici quels ont été les résultats obtenus à la température de 1100° :

	Poids de silice.	Poids de lithine.	Formule.
Mélange initial..........	0,0672	0,0854	$SiO^2, 2,56\,Li^2O$
Chauffé 3h m.............	»	0,0800	$SiO^2, 2,39\,Li^2O$
» 5.............	»	0,0766	$SiO^2, 2,29\,Li^2O$
» 9.30...........	»	0,0694	$SiO^2, 2,08\,Li^2O$
» 19.30...........	»	0,0664	$SiO^2, 1,99\,Li^2O$
» 29.30...........	»	0,0651	$SiO^2, 1,95\,Li^2O$

La vitesse de dissociation, qui décroît très lentement dès le début, diminue brusquement aux environs de $SiO^2, 2Li^2O$.

La lenteur de la dissociation ne m'a pas permis de poursuivre à cette température.

Dans une seconde série d'expériences, j'ai voulu partir d'un des silicates cristallisés signalés par Hautefeuille et Margottet (*Comptes rendus*, t. XCIII, 1881).

J'ai obtenu le silicate SiO^2, Li^2O parfaitement pur et cristallisé, en chauffant pendant 6 heures au rouge sombre, en creuset ouvert, le mélange $5\,SiO^2, 2\,Li^2O$ en suspension dans le chlorure de lithium fondu.

Ce silicate dissocié à 1300° m'a donné les résultats suivants :

	Poids de silice.	Poids de lithine.	Formule.
Silicate initial...........	0,2087	0,1036	SiO^2, Li^2O
Chauffé 9 heures........	»	0,0786	$1,32\,SiO^2, Li^2O$
» 19 »	»	0,0572	$1,81\,SiO^2, Li^2O$
» 35 »	»	0,0382	$2,71\,SiO^2, Li^2O$
» 51 »	»	0,0316	$3,27\,SiO^2, Li^2O$
» 67 »	»	0,0293	$3,54\,SiO^2, Li^2O$

La vitesse de dissociation décroît continuellement; mais cette décroissance devient très rapide aux approches de $5\,SiO^2, Li^2O$, ce qui porte à croire que ce dernier silicate est très peu dissocié à 1300°.

L'examen microchimique du résidu obtenu m'a montré qu'il était formé en majeure partie de piles de lamelles en tous points semblables à celles obtenues dans certaines de mes expériences répétées de Hautefeuille et Margottet et paraissant par conséquent répondre à la formule $5\,SiO^2, Li^2O$.

Il est vraisemblable que la dissociation de ce silicate pourrait être également observée, et que l'on en arriverait, après un temps de chauffe suffisant, à tendre vers la silice pure.

Je poursuis des recherches analogues sur la dissociation des autres silicates alcalins.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Étude du paroxybenzoate de calcium.* Note de M. **Œchsner de Coninck.**

Dans ma dernière Note (*Comptes rendus,* 8 avril 1907) j'ai fait connaître la solubilité de ce sel dans l'eau; or le nombre que j'ai indiqué se rapporte au sel monohydraté. Par le calcul on trouve le coefficient α égal à $1^g,03$ *pour le même sel anhydre,* dans les mêmes conditions de température.

Action de l'eau. — Si l'on fait agir, vers +15°, une petite quantité d'eau sur le paroxybenzoate de calcium, il y a combinaison; il se fait un monohydrate. Non seulement il y a prise en masse du sel avec l'eau, dans ces conditions, mais l'hydrate formé est cristallin.

Si l'on fait agir un *excès d'eau* sur le sel, à 18°, on remarque que la dissolution ne s'opère que peu à peu. Pour l'accélérer, il faut agiter fortement avec une baguette de verre, mais alors on observe que les dernières paillettes, *au moment où elles vont se*

dissoudre, jettent un vif éclat, en vertu d'un phénomène de triboluminescence. Je l'ai observé trois fois, en préparant les solutions à 1,5 et à 2 pour 100.

Lorsque j'ai préparé la solution à 3 pour 100, à $+17°$, j'ai vu que le sel se dissolvait partiellement, en donnant une solution trouble tout d'abord, mais qui devenait parfaitement limpide. Cette solution fut abandonnée en vase clos jusqu'au lendemain, et la température s'abaissa pendant la nuit de $+17°$ à $+5°$, pour remonter à $+14°$, dans la matinée : la couche supérieure était restée absolument limpide et renfermait le monohydrate.

Dans la couche inférieure, il s'était produit un trouble; j'ai pu observer que le sel, qui était à l'état d'émulsion, *s'agglomérait* peu à peu; l'analyse a montré qu'il était perhydraté.

Les solutions aqueuses limpides et étendues de paroxybenzoate de calcium laissent déposer, avec le temps, un sel d'aspect cotonneux, en masses glaireuses et légères, ressemblant à un précipité floconneux; il est resté totalement insoluble; c'est un mélange de plusieurs hydrates d'un sel allotropisé, parmi lesquels paraît prédominer un trihydrate.

J'ai déterminé les poids spécifiques de six solutions aqueuses du paroxybenzoate de calcium :

Proportion du sel dissous pour 100.	Températures observées.	Poids spécifiques.
0,5	+ 16°	0,9930
0,8	+ 16	0,9973
1	+ 18	1,0024
1,5	+ 15	1,0065
2	+ 18	1,0138
2,5	+ 18	1,0156

Solutions dans l'alcool éthylique (*à* 95°). — Ces solutions, d'abord opalescentes, se clarifient peu à peu :

Solution à 0,5 pour 100, à $+16°$.......... $D = 0,8128$
» 1 » $+18°,5$......... $D = 1,0147$

Action de $CH^3.OH$. — Le paroxybenzoate de calcium anhydre se combine avec le méthanol pur; la combinaison se fait même en présence d'un fort excès de cet alcool (voyez ma Note du 8 avril 1907, *loc. cit.*).

Action de $C^2H^5.OH$. — Dans les conditions où j'ai opéré je n'ai pas observé de combinaison entre le paroxybenzoate de calcium et l'alcool éthylique (marquant 95°).

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de condensation de l'oxalate d'éthyle avec la diméthylaniline en présence du chlorure d'aluminium.* Note de **M. A. Guyot**, présentée par M. A. Haller.

J'ai montré dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1051) que les éthers oxaliques sont susceptibles de réagir sur les amines aromatiques tertiaires, en présence de chlorure d'aluminium, pour donner naissance à une série de produits de condensation plus ou moins avancés, selon les conditions dans lesquelles on opère. Le but de la présente Note est de préciser ces conditions en décrivant avec quelques détails les circonstances dans lesquelles se forment les différents produits de condensation de l'oxalate d'éthyle avec la diméthylaniline.

p.-Diméthylamidophénylglyoxylate d'éthyle

$$(CH^3)^2N - C^6H^4 - CO - CO^2C^2H^5.$$

— Ce composé constitue le premier terme de l'action de l'oxalate d'éthyle sur la diméthylaniline et s'obtient avec un rendement de 60 pour 100 du rendement théorique, quand on opère dans les conditions suivantes : à une solution de 80^g de chlorure d'aluminium dans 150^g d'éther anhydre on ajoute rapidement et en agitant une solution de 30^g d'oxalate d'éthyle et de 49^g de diméthylaniline dans 150^g d'éther anhydre. Une vive réaction se déclare, l'éther entre en ébullition et se colore en brun foncé. Lorsque la réaction est calmée on décompose le produit par de la glace. Tout l'éther glyoxylique formé et la diméthylaniline en excès passent dans la solution éthérée. Cette dernière, séchée, filtrée et concentrée, laisse un résidu qu'on traite par un courant de vapeur d'eau, l'éther glyoxylique n'étant pratiquement ni saponifiable, ni entraînable par la vapeur. Il reste une huile jaune qui se solidifie vers 90° et qui représente l'éther *p.*-diméthylamidophénylglyoxylique presque chimiquement pur. Par cristallisation dans l'alcool on obtient de magnifiques feuillets jaunes, fondant à 95°, que nous avons identifiés avec un échantillon d'éther préparé par la méthode de Michler et Hanhardt (*Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. X, p. 2081).

Tétraméthyldiamidodiphénylglycolate d'éthyle

$$[(CH^3)^2N - C^6H^4]^2COH - CO^2C^2H^5.$$

— Ce composé se rencontre comme produit secondaire dans la préparation

de l'éther glyoxylique précédent; on le trouve dans la portion aqueuse provenant de la décomposition par la glace du produit de la réaction et l'on reconnaît sa présence à la coloration bleu vert qu'il communique à cette portion. Pour l'isoler, il suffit d'ajouter à la liqueur un mélange de chlorure de sodium et de chlorure de zinc; le chlorozincate se précipite aussitôt en fines aiguilles mordorées d'où il est facile d'extraire la base libre. Toutefois, lorsqu'on se propose de préparer spécialement ce produit, il est préférable de modifier les proportions précédentes et d'opérer comme suit :

A un mélange de 30^{g} d'oxalate d'éthyle et de 80^{g} de diméthylaniline dans 100^{cm^3} d'éther anhydre on ajoute brusquement, en une seule fois, 81^{g} de chlorure d'aluminium dissous dans 200^{cm^3} d'éther anhydre. Une vive réaction se produit et la plus grande partie de l'éther distille. Quand la réaction est calmée on ajoute de nouveau 500^{cm^3} d'éther anhydre et l'on décompose le contenu du ballon par de la glace en *évitant toute élévation de température.* La couche éthérée est jaune; elle renferme la diméthylaniline en excès et une petite quantité d'éther diméthylamidophénylglyoxylique qui a échappé à une condensation plus profonde. La couche aqueuse est d'un bleu verdâtre; elle renferme tout l'éther glycolique à l'état de chlorhydrate. Par additions successives de chlorure de zinc et de chlorure de sodium, on précipite intégralement le chlorozincate de cet éther en petites aiguilles mordorées qu'on essore et lave sur l'essoreuse à l'eau saturée de chlorure de sodium. Pour isoler la base libre il suffit d'abandonner à elle-même la solution aqueuse bleu indigo de ce chlorozincate. Elle se décompose spontanément par hydrolyse et laisse déposer des cristaux d'hydrol absolument pur.

Le tétraméthyldiamidodiphénylglycolate d'éthyle cristallise de l'alcool bouillant en beaux prismes incolores et transparents fondant à 112° et jaunissant très rapidement à la lumière. C'est un hydrol de Michler exocarboxylé; comme ce dernier il se dissout dans l'acide acétique avec une coloration bleu indigo intense et se condense avec les amines aromatiques tertiaires en solutions aqueuses, neutres ou acides, pour donner des dérivés du triphénylméthane conformément à l'équation

$$\begin{matrix}(CH^3)^2N - C^6H^4 \\ (CH^3)^2N - C^6H^4\end{matrix}\Big\rangle C \Big\langle\begin{matrix}OH \\ CO^2C^2H^5\end{matrix} + R^2N - C^6H^5 = \begin{matrix}(CH^3)^2N - C^6H^4 \\ (CH^3)^2N - C^6H^4 \\ R^2N - C^6H^4\end{matrix}\Big\rangle C - CO^2C^2H^5.$$

Il se dissout dans l'acide sulfurique concentré avec une coloration jaune intense; cette solution chauffé vers 140° dégage de l'oxyde de carbone en abondance. Le produit de la réaction, étendu d'eau et neutralisé à l'ébullition par un excès d'acétate de soude, laisse déposer des feuillets nacrés fondant à 172°, constitués par de la tétraméthyldiamidobenzophénone

absolument pure et formée avec un rendement sensiblement théorique; l'équation suivante rend compte de sa formation :

$$\begin{matrix}(CH^3)^2N-C^6H^4\\(CH^3)^2N-C^6H^4\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}OH\\COOH\end{matrix} = CO + H^2O + \begin{matrix}(CH^3)^2N-C^6H^4\\(CH^3)^2N-C^6H^4\end{matrix}\!\!>CO.$$

Hexaméthyltriamidotriphénylacétate d'éthyle

$$[(CH^3)^2N.C^6H^4]^3C-CO^2C^2H^5.$$

— Ce composé, qui constitue le produit de condensation ultime de l'oxalate d'éthyle avec la diméthylaniline, s'obtient avec un rendement de 70 pour 100 du rendement théorique lorsqu'on opère dans les conditions suivantes :

A un mélange de 6g d'oxalate d'éthyle et de 70cm³ de diméthylaniline on ajoute brusquement 30g de chlorure d'aluminium dissous dans 80g d'éther anhydre. Il se produit un dégagement de chaleur considérable et presque tout l'éther distille. Après 1 heure de repos on décompose le produit par de la glace, on le traite par une lessive de soude en quantité suffisante pour maintenir l'alumine en dissolution et l'on chasse la diméthylaniline en excès par un courant de vapeur d'eau. Le nouveau corps se dépose pendant l'entraînement en petits cristaux qu'on obtient absolument purs par une seule cristallisation dans l'alcool bouillant. Cristaux incolores, parfois assez volumineux, fondant à 176°, très solubles dans la benzine et ses homologues, difficilement solubles dans l'alcool froid, l'éther et la ligroïne. Le produit se dissout sans coloration dans l'acide sulfurique concentré; ces solutions sulfuriques chauffées vers 140° se colorent brusquement en jaune orangé et dégagent en abondance de l'oxyde de carbone. Si l'on étend d'eau et neutralise partiellement par l'ammoniaque étendue la liqueur vire successivement au vert, au bleu, puis au violet et se remplit de petits prismes mordorés constitués par le sulfate du violet cristallisé formé avec un rendement sensiblement théorique.

J'ai également observé la formation de l'hexaméthyltriamidotriphénylacétate d'éthyle :

1° Par condensation ultime du diméthylamidophénylglyoxylate d'éthyle avec la diméthylaniline en présence d'oxychlorure de phosphore ou de chlorure d'aluminium;

2° Par condensation à 100° en milieu acétique ou chlorhydrique du tétraméthyldiamidodiphénylglycolate d'éthyle avec la diméthylaniline;

3° Par condensation à 100° en milieu acétique ou chlorhydrique du tétraméthyldiamidodiphénylamidoacétate d'éthyle (la préparation de cet éther sera donnée dans une prochaine Note) avec la diméthylaniline;

4° Dans la condensation à 100°, et en l'absence de tout agent de condensation du chlorure d'éthyloxalyle sur la diméthylaniline, le produit principal de la réaction étant le diméthylamidophénylglyoxylate d'éthyle (Michler et Hanhardt, *Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. X, p. 2081).

Par contre, contrairement à mes prévisions, je n'ai pu l'obtenir par condensation de l'éther trichloracétique avec la diméthylaniline, cette amine décomposant l'éther trichloracétique par une sorte de réaction catalytique déjà observée par Silberstein (*Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. VII, p. 2664) avec l'acide trichloracétique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse glycidique de cétones hexahydroaromatiques.* Note de M. G. **Darzens**, présentée par M. A. Haller.

J'ai déjà montré, dans une Communication précédente (¹), toute l'importance de la synthèse glycidique des aldéhydes dans la série hydroaromatique.

J'ai étendu ces recherches à la synthèse des cétones dans la même série.

La cyclohexanone, ainsi que ses trois homologues ortho, méta, paraméthylés, se condense régulièrement avec l'α-chloropropionate d'éthyle pour donner, avec bon rendement, des éthers glycidiques trisubstitués correspondants, conformément à la réaction générale exposée dans ma Note du 13 novembre 1905.

Ces éthers m'ont permis de préparer l'hexahydroacétophénone et ses trois homologues monométhylés :

Dans un mélange bien refroidi au-dessous de zéro de 88^g (1^{mol}) de cyclohexanone et de 136^g,5 d'α-chloropropionate d'éthyle, on ajoute peu à peu 1^{mol} d'éthylate de sodium sec. Après 48 heures de contact, à la température ordinaire, le produit de la réaction est repris par l'eau acidulée de quelques gouttes d'acide acétique. L'huile qui se décante est ensuite lavée avec une solution de carbonate de soude, séchée sur SO^4Na^2 et rectifiée dans le vide. L'éther glycidique ainsi obtenu bout à 154°-156° sous 40^{mm}.

L'ensemble de ses propriétés et sa composition permettent de lui assigner la formule

$$\begin{array}{ccccccc} & CH^2 & \text{———} & CH^2 & & & \\ CH^2\!\!< & & & & >C & -\,C\,- & CO^2C^2H^5. \\ & CH^2 & \text{———} & CH^2 & & \diagdown O \diagup \quad \diagdown & \\ & & & & & & CH^3 \end{array}$$

C'est un liquide huileux, incolore, ayant une faible odeur fruitée, plutôt désagréable.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 714.

Comme tous les éthers glycidiques, il se saponifie avec une extrême facilité et l'acide correspondant se décompose par distillation dans le vide en donnant l'hexahydroacétophénone.

$$CH^2\!<\!\begin{matrix}CH^2 - CH^2\\ CH^2 - CH^2\end{matrix}\!>\!C-CO-CH^3$$

liquide incolore à forte odeur désagréable, bouillant à 74°-76° sous 18^{mm} et à 179°-180° à la pression atmosphérique.

Sa semicarbazone fond à 177°. Cette cétone avait déjà été obtenue suivant une autre méthode par M. Bouveault [1].

L'orthométhylcyclohexanone m'a permis de préparer dans les mêmes conditions un éther glycidique bouillant à 127°-129° sous 15^{mm}, dont l'acide se décompose également par distillation dans le vide en acide carbonique et en orthométhylhexahydroacétophénone

$$CH^2\!<\!\begin{matrix}CH^2 - CH^2\\ CH^2 - CH - CH^3\end{matrix}\!>\!CH-CO-CH^3$$

Ce corps bout à 77°-80° sous 18^{mm}, il se combine facilement au bisulfite de soude, sa semicarbazone fond à 172°-173°.

La métaméthylcyclohexanone donne un éther glycidique bouillant à 143°-144°; H = 22^{mm}.

La distillation de l'acide donne la métaméthylhexahydroacétophénone, liquide qui bout à 99°-100°; H = 38^{mm}; la semicarbazone fond à 174°-175°.

Cette cétone ne se combine pas au bisulfite.

Enfin la paraméthylcyclohexanone m'a donné un éther glycidique bouillant à 129°-130°, H = 13^{mm}, et la paraméthylhexahydroacétophénone, point d'ébullition 75°-76°, H = 14^{mm}. La semicarbazone fond à 158°-159°. Cétone qui se combine facilement au bisulfite de soude.

Des cétones plus compliquées telles que la menthone et la pulégone ne m'ont pas permis de préparer les éthers glycidiques correspondants.

Cet échec doit sans doute se rapporter au phénomène désigné sous le nom d'*empêchements stériques*, à moins que ces condensations ne nécessitent d'autres conditions que celles décrites et qui restent à découvrir.

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIX, 1903, p. 852.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Thiosulfocarbamates métalliques; préparation des sulfocarbimides de la série grasse.* Note [1] de M. MARCEL DELÉPINE, présentée par M. A. Haller.

La préparation des sulfocarbimides de la série grasse s'effectue généralement en combinant une amine primaire avec le sulfure de carbone (I), changeant l'alcoylthiosulfocarbamate obtenu en sel de cuivre, de mercure ou d'argent et chauffant le nouveau sel métallique avec de l'eau (II); la sulfocarbimide est entraînée par la vapeur d'eau (A.-W. HOFMANN, *D. chem. G.*, t. I, 1868, p. 25). On obtient un rendement et un produit meilleurs si l'on double la dose de sel de mercure ordinairement employé, l'excédent étant destiné à détruire l'hydrogène sulfuré (III) qui cause des pertes par sa combinaison (IV) avec la sulfocarbimide déjà formée (G. PONZIO, *Gazz. chim. ital.*, t. XXVI, 1er semestre, 1896, p. 323) :

(I) $$CS^2 + 2NH^2.R = RNH.CS^2.NH^3R;$$

(II) $$\begin{cases} 2RNH.CS^2.NH^3R + HgCl^2 \\ = 2RNH^3Cl + (RNH.CS^2)^2Hg \rightarrow 2RN:CS + HgS + H^2S; \end{cases}$$

(III) $$(RNH.CS^2)^2Hg + HgCl^2 = 2RN:CS + 2HgS + 2HCl;$$

(IV) $$2RN:CS + H^2S = (RNH)^2CS + CS^2.$$

Il m'a semblé que l'on pouvait améliorer beaucoup l'opération en supprimant d'abord la formation du chlorhydrate d'amine qui immobilise en (II) la moitié de l'amine primitive mise en réaction en (I) et, à cet effet, j'ai utilisé une méthode dont on trouve dans la littérature chimique quelques exemples relatifs à la série aromatique (GOLDSCHMIDT et SCHULHOF, *D. chem. G.*, t. XIX, 1886, p. 708; S. LOSANITSCH, *Ibid.*, t. XXIV, 1891, p. 3021). On remplace une molécule de l'amine par une de soude (V); on a, en outre, l'avantage de faire toutes les transformations en solution aqueuse au lieu d'en faire certaines en solution alcoolique ou éthérée avec des amines anhydres (Hofmann, Rudneff, Ponzio). En effet, les sels sodiques sont solubles dans l'eau. Enfin, en substituant au chlorure mercurique l'acétate bibasique de plomb $CH^3.CO^2.PbOH$ ou plutôt un mé-

---

[1] Présentée dans la séance du 13 mai 1907.

lange à molécules égales d'acétates de plomb monobasique et tribasique du commerce, on supprime du même coup l'hydrogène sulfuré de l'équation (II) et l'acide chlorhydrique de l'équation (III). La réaction peut s'exprimer schématiquement par l'équation (VI) :

$$(\text{V}) \quad RNH^2 + CS^2 + NaOH = RNH.CS^2.Na + H^2O,$$

$$(\text{VI}) \quad \begin{matrix} RN|H. & |CS.| & S. & |Na \\ +| \;\; HO| & . & |Pb. & |CO^2.CH^3 \end{matrix} = RN:CS + H^2O + PbS + CH^3.CO^2.Na.$$

La technique consiste à mettre l'amine dans trois ou quatre fois son poids d'eau, à y ajouter peu à peu, en refroidissant sous un courant d'eau, la dose théorique de sulfure de carbone dont la moitié, d'abord inutilisée, entre en jeu par l'apport successif de la soude. On obtient une solution complète qu'on dilue de 3 à 4 parties d'eau et à laquelle on ajoute un peu plus de la quantité théorique des sels de plomb dissous dans l'eau; il se fait un volumineux précipité jaunâtre, de toucher onctueux, qui laisse dégager la thiocarbimide lorsqu'on porte l'eau à l'ébullition, en se transformant en un précipité lourd de sulfure de plomb.

L'application de ces réactions a conduit à des résultats extrêmement satisfaisants avec la méthyl-, la propyl- et l'isobutylamine; la benzylamine a fourni de moins bons résultats.

On peut remplacer la soude par la potasse ou la baryte. Les solutions évaporées fournissent des sels à toucher gras, qui cristallisent bien et se prêtent aux doubles décompositions avec les sels métalliques. Tout particulièrement, les sels ferreux et ferriques, les sels de nickel, de cobalt et de manganèse présentent la remarquable propriété de se dissoudre dans l'éther, le chloroforme, le benzène, le sulfure de carbone, avec des colorations très prononcées ([1]).

Beaucoup de ces sels métalliques donnent de la sulfocarbimide par ébullition avec l'eau, en se décomposant, par conséquent; il m'a semblé qu'on aurait des corps plus stables avec les amines secondaires. On prépare facilement et de la même façon des sels sodiques de constitution R^2 ou $RR'N.CS.SNa$, en opérant comme avec les amines primaires; ces sels cristallisent aussi fort bien et donnent lieu à des doubles décompositions du même genre avec les sels métalliques, mais les solubilités deviennent alors plus générales au point que la formation des thiosulfocarbamates permet d'*extraire les métaux de beaucoup de sels au moyen d'un solvant organique.*

([1]) Le thiosulfocarbamate d'ammonium $H^2N.CS^2NH^4$ donne des résultats analogues.

Des essais faits avec les diméthyl-, pipéridyl- et diisobutylthiosulfocarbamates de sodium $(CH^3)^2N.CS^2Na$, $C^5H^{10}N.CS^2Na$ et $(C^4H_i^9)^2N.CS^2Na$ ont montré que la précipitation avec les sels métalliques, puis la solubilité dans les solvants organiques non miscibles à l'eau, peuvent ne pas exister avec le premier, ou le premier et le second, mais qu'elles ont lieu plus fréquemment avec le troisième; bref, que l'insolubilité dans l'eau et la solubilité dans lesdits solvants augmentent avec la complication moléculaire de l'amine secondaire, ce qui était à penser.

Par exemple les sels de Li, Na, K, Rb, Cs, Ca, Sr, Ba, Mg ne précipitent pas avec $(C^4H_i^9)^2N.CS^2Na$, mais ceux de Ag, Tl, Zn, Cd, Hg″, Hg′, Pb, Sn″, Cu, Fe″, Fe‴, Ni, Co, Mn, UrO^2, Au‴, Sb (émétique), Bi, Gl, Al, Cr, Ce, Nd, MoO^3, V^2O^5 (dans HCl), Pt, Th, précipitent tous en donnant des sels presque toujours solubles dans l'éther et le chloroforme, très souvent dans le benzène et le sulfure de carbone et même dans l'éther de pétrole. Avec Gl, Al, Cr, il semble se précipiter simplement l'oxyde.

Les solutions de quelques-uns de ces sels présentent des colorations intenses, mais différentes de celles des sels minéraux, souvent inattendues. Ainsi les sels de Cu sont bruns; ceux de Ni, verdâtres; de Co, verts; de Fe, brun noir; de Mn, rouge foncé; de UrO^2, rouge orangé; de Bi, jaunes; de Nd, bleu excessivement pâle, etc.

Au lieu d'amines libres, on peut utiliser des sels d'amines primaires ou secondaires. Il faut alors, dans l'équation V, deux molécules de soude, dont une pour déplacer l'amine; si l'acide du sel d'amine réagit sur les réactifs ultérieurs (HCl, SO^4H^2, sur les sels de Pb, etc.) on devra en tenir compte.

Si j'ajoute enfin que les sels de sodium des acides mono- et dialcoylthiosulfocarbamiques réagissent aussi bien que les sels d'amines dans toutes les réactions où j'ai utilisé antérieurement ceux-ci pour la formation des disulfures de thiurams, des éthers thiosulfocarbamiques mono- et dialcoylés et iminodithiocarboniques, on verra que l'intérêt du présent travail ne se limite pas à l'obtention des thiocarbimides et à celle des sels métalliques dont je signale les propriétés.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la respiration des organes végétatifs aériens des plantes vasculaires.* Note de M. G. NICOLAS, présentée par M. G. Bonnier.

Les recherches des nombreux auteurs qui se sont occupés de la respiration des végétaux ont exclusivement porté soit sur des plantes entières, soit sur l'un des organes végétatifs, le plus souvent la feuille, pris isolément. Il m'a paru intéressant, dans le but de compléter les connaissances ainsi acquises, de séparer les unes des autres les parties morphologiquement distinctes de la plante, telles que tige, pétiole, limbe, vrille, phyllode et cladode, et d'étudier *comparativement* leur intensité et leur quotient respiratoires. Mes expériences ont porté sur vingt espèces, appartenant aux familles les plus diverses, et prises au hasard parmi les plantes croissant dans le jardin botanique de l'École des Sciences d'Alger, pendant les mois de février, mars et avril.

Les différents organes, sur lesquels j'ai opéré, étaient prélevés à la base de la partie aérienne de la plante et, autant que possible, sur un seul individu; ces organes étaient ensuite répartis en plusieurs lots d'après leur nature morphologique (tiges, pétioles, limbes, vrilles, phyllodes, cladodes). Ces différents lots étaient pesés et introduits successivement, et à des intervalles de temps déterminés (de 2 en 2 minutes), dans des éprouvettes reposant sur le mercure et renfermant un volume connu d'air atmosphérique normal, saturé d'humidité, et placées ensuite à l'obscurité. Au bout de quelques heures, je faisais une prise de gaz dans chacune des éprouvettes, en suivant l'ordre dans lequel les échantillons avaient été introduits à leur intérieur, et aux mêmes intervalles de temps. Les analyses de gaz ont été faites avec l'appareil de Bonnier et Mangin.

L'intensité respiratoire a été évaluée par l'oxygène absorbé par 1^{g} de poids frais en une heure. Connaissant (par l'analyse) la proportion en pour 100 d'oxygène absorbé, le volume de l'atmosphère confinée, le poids de l'organe et la durée de l'expérience, le calcul est des plus simples.

Voici les résultats obtenus pour l'intensité et le quotient respiratoires :

a. Intensité respiratoire. — D'une manière absolument générale, ce sont les organes, qui sont chargés essentiellement de la fonction assimilatrice, qui présentent l'intensité respiratoire la plus forte. Ainsi l'intensité respiratoire du limbe, comparée

à celle du pétiole, peut varier dans les rapports de 1,4 (*Fumaria capreolata*) à 3,9 (*Geranium Robertianum*) et même 4,5 (*Rumex pulcher*).

Les phyllodes et les cladodes, en l'absence des feuilles, suivent la même loi; dans l'*Equisetum maximum*, les rameaux latéraux, qui renferment le plus de chlorophylle, ont une intensité respiratoire 2,24 fois plus forte que la tige qui les supporte. En ce qui concerne la tige et le pétiole, ces deux organes ont, la plupart du temps, des intensités respiratoires assez voisines; elles peuvent cependant quelquefois être très différentes. C'est ce qui arrive dans le *Rumex pulcher*, où l'intensité respiratoire de la tige est 3,3 fois plus grande que celle du pétiole, et dans le *Fumaria capreolata*, où le pétiole a une intensité respiratoire 1,6 fois plus grande que la tige. Mes expériences n'ont pas porté sur un nombre suffisant d'espèces à vrilles, pour me permettre d'être aussi affirmatif que pour les organes précédents. Cependant, il semble que l'intensité respiratoire des vrilles est intermédiaire entre celle du limbe et celle du pétiole, inférieure à la première, supérieure à la deuxième.

b. Quotient respiratoire. — D'une manière très générale, ce sont les organes chargés essentiellement de la fonction assimilatrice qui ont le quotient respiratoire le moins élevé. Ainsi, dans l'*Urtica membranacea*, tandis que le quotient respiratoire du pétiole est égal à 0,84 et celui de la tige à 0,88, celui du limbe n'est que de 0,69; dans le *Potentilla reptans*, le limbe a un quotient respiratoire égal à 0,67, le pétiole et la tige à 0,83. De plus, le quotient respiratoire de ces organes est toujours inférieur à l'unité, même chez les plantes riches en acide organiques, où il peut dépasser cette valeur pour certains d'entre eux; ainsi, dans l'*Oxalis cernua*, les quotients respiratoires respectifs du limbe et du pétiole sont de 0,97 et 1,59. En l'absence des feuilles, les phyllodes et les cladodes ont un quotient respiratoire plus faible que la tige qui les porte; dans l'*Equisetum maximum*, les quotients respiratoires des rameaux latéraux chlorophylliens et de la tige sont de 0,69 et 0,80. Les quotients respiratoires, souvent assez voisins pour la tige et le pétiole, peuvent quelquefois présenter d'assez grandes différences; ainsi dans le *Malva parviflora*, le quotient respiratoire du pétiole est égal à 0,97 et celui de la tige à 0,86. La remarque précédente, relative à l'intensité respiratoire des vrilles, s'applique aussi à leur quotient respiratoire, qui, dans les deux espèces étudiées, est supérieur à celui de la tige et tout au moins égal à celui du pétiole.

En résumé, les principales conclusions que l'on peut tirer de cette étude sont les suivantes :

1° *Les différents organes aériens des plantes vasculaires ont, chacun, leur intensité et leur quotient respiratoires propres.*

2° *La tige et le pétiole ont, le plus souvent, des intensités et des quotients respiratoires assez voisins.*

3° *De tous ces organes, ceux qui sont chargés essentiellement de la fonction assimilatrice, c'est-à-dire le limbe, les phyllodes et les cladodes, sont ceux qui ont l'intensité respiratoire la plus forte et le quotient respiratoire le moins élevé.*

Le limbe ou les organes qui le remplacent fonctionnellement (phyllodes, cladodes, etc.) renferment vraisemblablement la plus grande proportion de protoplasme actif, et il n'y a pas lieu de s'étonner de la supériorité marquée de leur intensité respiratoire sur celle des autres parties aériennes de la plante. Il y a lieu aussi de rapprocher la valeur moindre du quotient respiratoire chez ces mêmes organes des résultats obtenus par Kraus [1] et Astruc [2], d'après lesquels les acides organiques se forment beaucoup plus abondamment dans les parties de la plante riches en chlorophylle, que dans celles qui en renferment peu ou en sont dépourvues.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Propriétés des pigments chez les Batraciens.* Note de M. A. Magnan, présentée par M. Yves Delage.

Nous allons décrire les propriétés générales des pigments que nous avons retirés de la peau des Batraciens.

Le *pigment vert* est très soluble dans l'alcool à 50°, la potasse et la soude à $\frac{3}{100}$, un peu dans l'eau, assez dans la benzine. Ses solutions alcooliques examinées au spectroscope arrêtent les rayons à la limite du bleu et du vert et à l'extrémité du violet. Ses solutions alcooliques traitées par l'acide chlorhydrique se décolorent. La potasse et la soude donnent aux solutions vertes une coloration jaune d'or. L'acide azotique les décolore. Avec l'eau oxygénée, il se forme un nuage blanc qui reste en suspension dans la liqueur. Ce nuage nous a paru être de la guanine. Les solutions laissées à la lumière changent de teinte en quelques heures. Elles pâlissent, et au bout de 2 jours deviennent vert clair. Au bout de 10 jours environ, elles se décolorent et deviennent opalescentes. Les solutions que l'on met à l'obscurité restent plusieurs mois intactes. Seul, le pigment vert de *Pelobates fuscus*, après s'être décoloré à la lumière, jaunit et devient brun rougeâtre. La solution évaporée donne des sphérocristaux brun rougeâtre par réflexion. Les solutions de pigment vert presque décolorées à la lumière sont ramenées au jaune d'or par les réducteurs et la potasse.

Le *pigment jaune* est peu soluble dans l'eau et l'alcool à 50°, très soluble dans l'alcool absolu, l'éther, la potasse, la soude, peu dans la benzine. Ses solutions étendues sont jaunes et non vertes. Ses solutions alcooliques

---

(1) *Botan. Centralblatt*, t. XVIII, p. 100.

(2) *Thèses*, Paris, 1903.

absorbent au spectroscope tous les rayons bleus et violets. L'iode ne donne lieu à aucune réaction. Les acides chlorhydrique et sulfurique font pâlir les solutions. L'acide azotique les rend vertes, puis rapidement la liqueur se décolore. La potasse et la soude rendent les solutions jaune orangé. Le sulfate de cuivre donne un précipité vert dans une liqueur verte. Les solutions mises à la lumière changent de teinte peu à peu. Au bout de 4 à 5 jours, elles deviennent vert émeraude. Au bout d'un certain temps variable, elles sont vert clair, puis se décolorent. Les solutions qui ne sont pas entièrement décolorées sont ramenées au jaune d'or par les réducteurs et la potasse. Les solutions mises à l'obscurité sont à peine verdâtres au bout de 3 à 4 mois.

Si l'action de la lumière est ici manifeste, l'oxygène intervient aussi pour une grande part. La décoloration de ces pigments verts et jaunes paraît être due à l'action combinée de l'air et de la lumière. L'oxygène peut toutefois décolorer rapidement sans l'aide de la lumière. Si l'on étire un tube à essais par son milieu de manière à n'avoir à cet endroit qu'une faible lumière et si l'on verse une solution de pigment jaune de *Rana temporaria* d'assez haut pour avoir une pression suffisante sur les parois étirées, la colonne de liquide se divise et s'oxyde rapidement en se décolorant. L'oxygène n'agit pas à l'obscurité ou plutôt il agit lentement, mais la lumière n'agit pas seule non plus. Si l'on met en effet dans un tube une solution de pigment jaune et si l'on fait le vide au-dessus du liquide pendant une heure de façon à la priver complètement de tous ses gaz, la liqueur, si l'on a eu soin de fermer le tube à la lampe après l'opération, ne se décolore plus à la lumière.

Le *pigment brun jaunâtre* n'est soluble que dans l'acide acétique. Ses solutions arrêtent au spectroscope les rayons bleus et violets. L'acide chlorhydrique fait passer ce pigment au jaune clair, l'acide sulfurique au jaune paille. L'acide azotique le rend jaune d'or, puis vert, enfin le décolore. Par la potasse, la soude, il se forme un précipité et la liqueur devient jaune pâle. Le sulfate de cuivre donne un précipité vert dans une liqueur verte. Les solutions acétiques mettent plusieurs mois pour changer de teinte à la lumière. Au bout de 4 mois elles sont jaunes.

Le *pigment rouge* n'est soluble que dans l'ammoniaque. Évaporée à chaud sa solution ammoniacale devient jaune d'or et laisse un résidu orange. Les solutions de ce pigment examinées au spectroscope arrêtent les rayons bleus et violets. Les acides chlorhydrique et sulfurique rendent ses solutions jaunes, les acides acétique et phosphorique brun jaunâtre. L'acide azotique les fait passer au jaune d'or, puis au vert. La potasse et la soude les rendent

jaune d'or. Les solutions mises à la lumière deviennent jaune d'or au bout de 12 à 15 heures; puis au bout de 7 à 8 jours, elles sont vertes. Les solutions à l'obscurité passent au rouge brun au bout de 2 jours et paraissent résister ensuite à l'action de la lumière.

Le *pigment noir* est insoluble dans tous les solvants. L'acide azotique seul agit sur lui. Il le dissout et la liqueur prend à chaud une teinte rouge groseille qui devient jaune par dilution. La liqueur ainsi obtenue devient verte par le sulfate de cuivre et le ferrocyanure de potassium. A l'analyse, nous avons trouvé les chiffres suivants :

$$C = 53 \text{ à } 58;\quad H = 3{,}5 \text{ à } 6;\quad Az = 8 \text{ à } 15;\quad O = 21 \text{ à } 30;\quad S = 0{,}3 \text{ à } 0{,}5.$$

En résumé, ces divers pigments ne sont pas sans relations les uns avec les autres. Les plus foncés peuvent progressivement passer au plus clair sous diverses influences. En aucun cas nous n'avons observé la transformation inverse.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les réactions à la lumière du tissu de l'iris.* Note de M. A. Nepveu, présentée par M. d'Arsonval.

Brown-Séquard (¹) a établi que le tissu musculaire iridien des Poissons et des Batraciens est directement excitable par la lumière : il n'a pas trouvé cette réaction chez les autres Vertébrés pour lesquels elle ne fut pas depuis recherchée. Et pourtant, d'autre part, d'Arsonval et R. Dubois rappelaient (²) le problème de l'irritabilité lumineuse du muscle, et y ajoutaient des données neuves.

J'ai repris l'étude de la réaction de l'iris à la lumière, en dehors de tout réflexe, chez l'œil énucléé ou la chambre antérieure isolée. Ayant établi un pupillomètre qui me donnait les dimensions de l'image de la pupille au $\frac{1}{20}$ de millimètre, et employant une lumière athermane d'invariable intensité, j'ai fixé pour chaque espèce : 1° Le quotient de resserrement pupillaire; si je désigne par d le diamètre de la pupille dans l'obscurité,

---

(¹) Brown-Séquard, *Journal de la Physiologie*, t. II, 1859.

(²) D'Arsonval (*Soc. Biol.*, 9 mai 1891) fit rendre un son à un muscle strié, excité par la lumière intermittente. — R. Dubois, *Ann. Un. Lyon*, 1892, etc.

par d' son diamètre minimum pendant l'excitation lumineuse prolongée :

$$\frac{(d - d') \times 100}{d} = \text{indice de contraction } (^1);$$

2° Sa modalité, par des mesures prises à intervalles fixes.

J'ai constaté que, loin d'être, comme il a toujours été admis, un fait isolé, particulier à la physiologie des Poissons et des Batraciens, *l'irritabilité lumineuse directe se rencontre chez toutes les classes d'animaux à iris, sauf les Mammifères.*

Chez les Céphalopodes, elle existe à un faible degré (*Sepia officinalis,* indice 0,7; *Octopus vulgaris* 3), tandis que les chromatophores de l'iris font office de dilatateurs.

Chez les Poissons, trois types de réaction : 1° resserrement prompt et stable (*Anguilla vulgaris* 64); 2° resserrement stable encore, mais vingt fois plus lent (Triglidés : *Scorpæna porcus* 12, etc.); 3° pour l'immense majorité des Poissons, oscillations se fixant en resserrement maximal (*Conger vulgaris* 7; *Tinca vulgaris* 11; *Cyprinus carpio* 10; *Gobio fluviatilis* 10; *Crenulabrus pavo* 20; *Solea vulgaris* env. 10; *Lophius piscatorius* 39, etc.). Ce dernier type est celui des Batraciens et des Reptiles (*Rana temporia* 14; *Testudo græca* 6, etc.).

Le phénomène existe chez les Oiseaux : résultat fort imprévu pour des animaux à sang chaud et des iris à fibres striées. Ici, peu ou point d'oscillations (*Mariposa phœnicotis,* 7; *Loxia oryzivora,* 7; *Anas,* 4; *Onurus,* 3; *Buteo vulgaris,* 6). Réaction considérable chez les Nocturnes (*Stryx flammea,* 35), paradoxale chez la Mouette : dilatation (— 4), suivie de constriction (+ 6). Aucune réaction chez les Colombins et les Gallinacés.

Aucune chez les Mammifères.

Les particularités du phénomène sont donc variables et ne se distribuent guère selon les affinités zoologiques : j'ai, au contraire, noté la similitude des réactions à la chaleur dans toute la série sans exception.

On savait déjà que les radiations qui impressionnent la rétine sont aussi celles qui agissent sur le muscle iris. J'ai, dans le spectre de l'arc électrique, après avoir mesuré l'effet des diverses radiations (obscurité = 10; infra-rouge et ultra-violet, id.; violet et rouge, 9,5; orangé, 8; bleu, 7,5; vert, 6,5; jaune, 6), tenté de pousser la comparaison plus avant. Soit une radiation A et deux radiations moins excitantes, l'une voisine de A, A'; l'autre complémentaire, W : si deux iris, ayant pris en A un diamètre stable, sont

(1) Le quotient des images pupillaires ne diffère du quotient des dimensions pupillaires réelles que par les décimales des chiffres indiqués ici.

portés, l'un en A', l'autre en W, leurs courbes de dilatation sont superposables. L'on peut induire de cette expérience que, chez le muscle, contrairement à ce qui se passe pour la rétine, les radiations de diverses longueurs d'onde ne déterminent pas de processus spécifiques.

M. G. Gabet adresse une Note relative à la Communication de M. *Torres*, publiée le 6 mai sous le titre : *Le télékine et la télémécanique.*

(Renvoi à l'examen de M. J. Carpentier.)

M. A. Dubois adresse une Note *Sur un nouvel amalgame d'or.*

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 mai 1907.

Noticia sobre a vida e a obra scientifica de Marcelin Berthelot, por A.-J. Ferreira da Silva. Porto, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Die Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinster Quadrate, mit Anwendungen auf die Geodäsie, die Physik und die Theorie der Messinstrumente, von F.-R. Helmert; zweite Auflage. Leipzig et Berlin, B.-G. Teubner, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Notions générales sur la télégraphie sans fil, par R. de Valbreuze. Paris, édité par *L'Éclairage électrique*, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'éditeur.)

Der zweite Sternhaufen im Hercules Messier 92, von Karl Bohlin, mit zwei Tafeln und zwei Textfiguren. Upsal, 1906; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Beobachtungen der Bieliden 1904 *nebst einer allgemeinen Methode zur Bestimmung der Radianten eines Sternschnuppenfalles*, von Karl Bohlin. Upsal, 1905; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Ueber die totale Sonnenfinsternis vom 30. *August* 1905, von K. Schwarzschild. Berlin, 1907; 1 fasc. in-4°.

Second catalogue of variable stars, by ANNIE-J. CANNON, under the direction of EDWARD-C. PICKERING. (*Annals of the astronomical Observatory of Harvard College,* t. LV, part I.) Cambridge, Mass., 1907; 1 fasc. in-4°.

Eclipses of Jupiter's satellites 1878-1903, published by the Observatory of Harvard College. Cambridge, Mass., 1907; 1 fasc. in-4°.

The radio cosmic theory, by A. BIDDLECOMBE. S. l. n. d.; 1 fasc. in-8°.

Over de exhaust-werking bij locomotiven, by F.-C. HUYGEN. Rotterdam, 1907; texte et planches contenus dans un étui in-8°.

Commissâo geographica e geologica do Estado de S. Paulo. *Exploraçao do Rio Tieté* (barra do Rio Jacaré-Guassù ao Rio Paranà), 1906. Saô Paulo, 1907; 1 fasc. in-f°.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 MAI 1907.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur le collimateur suspendu de M. Schwartzschild.* Note de M. G. **Lippmann**.

En vue de la mesure des latitudes, M. Schwartzschild a construit un collimateur vertical, suspendu à la manière d'un fil à plomb, et d'ailleurs pareil à celui dont je proposais l'emploi dans une Note récente. Le travail de M. Schwartzschild a été inséré dans les *Astronomische Nachrichten* de 1904, dans une Note qui m'avait échappé; la priorité de cette invention appartient donc au savant astronome de Gœttingen.

M. Schwartzschild s'est assuré du bon fonctionnement de l'appareil à l'aide d'une méthode visuelle, tandis que j'ai employé pour le même objet une méthode photographique. Il a constaté que, si la plate-forme qui soutient la lunette est inclinée à dessein de 40″ sur l'horizontale, il n'en résulte pour la détermination du zénith qu'une erreur de 0″,2. Comme il est facile d'éviter une inclinaison de 40″ pour la plate-forme, il en résulte que l'erreur sur la position du zénith peut être rendue négligeable.

M. Schwartzschild conclut de ses mesures que le collimateur suspendu donne des résultats aussi précis que les meilleurs niveaux.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la flore et sur les niveaux relatifs des sondages houillers de Meurthe-et-Moselle.* Note de M. **R. Zeiller**.

Il a déjà été rendu compte à l'Académie des premiers résultats obtenus dans l'exécution des sondages entrepris en Meurthe-et-Moselle, aux alen-

tours de Pont-à-Mousson, en vue de la recherche du prolongement du bassin houiller de Sarrebrück ([1]). L'étude que j'ai pu faire des empreintes végétales obtenues en nombre considérable, — quelque 10 000 échantillons, — en refendant les carottes retirées de ces sondages, m'a fourni sur la flore et sur le niveau des couches traversées des renseignements qu'il me paraît y avoir quelque intérêt à faire connaître à l'Académie, ne serait-ce qu'à raison de la confirmation qu'ils apportent aux conclusions déduites par MM. Nicklès et Joly, d'une part, par MM. Marcel Bertrand et Bergeron, d'autre part, de l'étude géologique de la région.

Les sondages d'où proviennent ces empreintes sont les suivants ([2]) : d'abord ceux de Pont-à-Mousson, d'Éply à l'est-nord-est de Pont-à-Mousson, à peu de distance de la frontière, de Lesménils au nord-est de Pont-à-Mousson, et d'Atton un peu au sud-est; ceux du château de Dombasle à l'est-sud-est de Pont-à-Mousson, de Jezainville au sud, de Bois-Greney et de Martincourt au sud-sud-est, échelonnés à peu près sur une ligne ENE-SSO passant au sud de Pont-à-Mousson ; et enfin celui d'Abaucourt, au sud de cette ligne et au voisinage de la frontière.

Ces neuf sondages ont tous rencontré le terrain houiller et ont été arrêtés sans en être sortis.

Celui de Pont-à-Mousson l'a atteint à 789^m et a été arrêté à 1556^m, après avoir rencontré, entre 819^m et 1287^m, cinq couches de charbon, mesurant respectivement $0^m,70$, $0^m,60$, $0^m,40$, $1^m,02$ et $0^m,51$; le pendage, de 30° à 35° au début, s'est abaissé vers la fin à 20°-25°.

Celui d'Éply l'a traversé de 659^m jusqu'à 1505^m, avec un pendage faible, de 12° à 15° au début, de 8° à la fin; il a rencontré neuf couches : l'une, de $0^m,80$, à 691^m; quatre, de $1^m,23$, $1^m,30$, $1^m,36$ et $0^m,55$, entre 1273^m et 1318^m; et quatre, de $0^m,37$, $1^m,07$, $0^m,70$ et $0^m,50$, entre 1458^m et 1486^m.

Celui de Lesménils a traversé le Houiller de 754^m à 1507^m, avec pendage de 55° à 60° au début, mais s'abaissant à 30° vers la fin; il n'a pas rencontré de veines charbonneuses.

Celui d'Atton a traversé le Houiller de 749^m à 1502^m, avec pendage faible, variant de 15° à 12°; il n'a rencontré que des veines peu épaisses,

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CXL, 27 mars 1905, p. 837-840, 893-898; t. CXLI, 3 juillet 1905, p. 66-69.

([2]) *Voir* la Carte annexée à la Note de MM. R. Nicklès et H. Joly, *Sur la tectonique du nord de Meurthe-et-Moselle* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 11 mars 1907, p. 587).

cinq seulement de plus de $0^m,50$, variant de $0^m,60$ à $0^m,85$, entre 793^m et 1353^m.

Le sondage de Dombasle a traversé le terrain houiller de 893^m à 1204^m, avec un pendage variable, oscillant au début entre 30° et 70°, et vers la fin entre 30° et 45°; il a rencontré deux couches de 2^m et $2^m,06$, à 894^m et à 1137^m, et deux autres, de $0^m,41$ et de $0^m,65$, à 919^m et à 1083^m.

Celui de Jezainville a traversé le Houiller de 768^m à 1200^m, avec pendage de 20° à 10°; il n'a rencontré qu'une veine, de $0^m,60$, à 1037^m.

Celui de Bois-Greney l'a traversé de 955^m à 1150^m, avec pendage de 15° environ; il n'a pas trouvé de charbon.

Celui de Martincourt l'a traversé de 943^m à 1235^m, avec pendage de 15° environ; il a rencontré à 1180^m une couche de charbon de $0^m,65$.

Enfin le sondage d'Abaucourt l'a traversé de 830^m à 1351^m, avec pendage variant de 14° à 24°; il a rencontré quatre couches, l'une de $2^m,50$ à 896^m, les trois autres de $0^m,90$, $1^m,20$ et $0^m,86$, entre 1156^m et 1217^m.

Grâce au débitage méthodique des carottes, opéré avec un soin minutieux sous la direction de M. Nicklès, et principalement de M. Joly, par MM. les Ingénieurs des Sociétés lorraines de charbonnages réunies, il a été obtenu, comme je l'ai dit, pour ces neuf sondages, un total d'environ 10000 échantillons, dans lesquels je n'ai pas constaté moins de 145 espèces, dont quelques-unes nouvelles. Je ne mentionnerai ici que celles qui offrent un intérêt spécial au point de vue paléobotanique ou au point de vue de la distinction des niveaux (1).

Fougères et Ptéridospermées. — *Sphenopteris obtusiloba* Brongt (J; L; PM; At; E); *Sphen. Sauveuri* Crépin (D; J; G; M?; L?; PM, commun notamment de 815^m à 1100^m; At, commun de 793^m à 860^m, et assez fréquent jusqu'à 1000^m; E, très rare); *Sphen. Schaumburg-Lippeana* Stur (sp.) (PM; At; E : il faut, je crois, rapporter à cette espèce des échantillons fructifiés d'Éply, présentant les caractères du genre *Zeilleria* Kidston); *Sphen.* (*Zeilleria*) *avoldensis* Stur (sp.) (G; J; L; PM; At; E); *Sphen. Damesi* Stur (sp.) (J; L); *Sphen. Goldenbergi* Andræ (D; M; L); *Sphen.* (*Hymenophyllites*) *quadridactylites* Gutb. (J; M?; L; PM; At; E); *Sphen.* (*Oligocarpia*) *Brongniarti* Stur (D; J; M; L; At; E).

Alloiopteris coralloides Gutb. (sp.) (At; E); *All. Essinghi* Andræ (sp.) (J; M; L; At; E); *All. cristata* Gutb. (sp.) (At?; E).

Pecopteris hemitelioides Brongt (Ab); *Pec. oreopteridia* Schlot. (sp.) (Ab); *Pec.*

(1) Les sondages sont désignés par leurs initiales: Ab, Abaucourt; At, Atton; D, Dombasle; E, Éply; G, Bois-Greney; J, Jezainville; L, Lesménils; M, Martincourt; PM, Pont-à-Mousson.

cf. *Daubreei* Zeil. (Ab, assez fréquent); *Pec. polymorpha* Brongt (Ab); *Pec. unita* Brongt (Ab; D?; G?); *Pec. Volkmanni* Sauveur (At; E); *Pec. pennæformis* Brongt (J; M; L; PM; At, assez abondant sur toute la hauteur, surtout à partir de 1000m; E, assez commun jusque vers 1100m : il a été trouvé à Éply un échantillon fructifié qui paraît appartenir à cette espèce et qui ne diffère pas, d'autre part, du *Senftenbergia elegans* Cordas, de sorte que celui-ci ne serait autre chose que la forme fertile du *Pec. pennæformis*); *Pec. Pluckeneti* Schlot. (sp.) (Ab, assez fréquent; D; J; G; M); *Pec. Beyrichi* (*Diplotmema B.* Stur) (J?; L.).

Danæites sarœpontanus Stur (G; PM).

Alethopteris Serli Brongt (sp.) (D; J; G; M; L, assez commun; PM, assez commun; At, assez commun; E, assez commun à la partie supérieure); *Al. Davreuxi* Brongt (sp.) (D; J; G; M; L; PM; At; E, rare); *Al. valida* Boulay (L; PM; At).

Lonchopteris Defrancei Brongt (sp.) (D; J, assez commun; G, assez commun; M; L; PM, rare; At, rare); *Lonch.* nov. sp. (espèce à limbe pileux, ressemblant par la forme au *Lonch. Bricei* Brongt, et par la nervation au *Lonch. Baurii* Andræ) (J, assez fréquent; G, assez commun; L, assez fréquent entre 782m et 975m; At, très rare).

Odontopteris Cœmansi Andræ (D, assez fréquent; J, assez commun; G, commun par places); *Odont. osmundæformis* Schlot. (sp.) (D; J; M?).

Nevropteris Scheuchzeri Hoffm. (Ab; D, assez fréquent; J?; G; M, assez fréquent; L?; PM, assez fréquent; At, assez fréquent jusqu'à 1000m); *Nevr. flexuosa* Sternb. (D; J; G; PM, assez commun par places; At, assez commun jusque vers 1050m; E, clairsemé); *Nevr. tenuifolia* Schlot. (sp.) (J; G; M; PM, abondant à partir de 1290m; At, abondant; E, assez abondant, du moins jusque vers 1060m); *Nevr. obliqua* Brongt (sp.) (At entre 1200m et 1500m, assez rare; E, plus fréquent).

Linopteris obliqua Bunb. (D; J; G; M; L; PM, irrégulier; At, abondant à partir de 1100m; E, assez abondant, du moins jusque vers 1070m); *Lin. nevropteroides* Gutb. (D, assez fréquent; J; G, assez fréquent; M, commun par places; L, commun; PM, abondant jusqu'à 1180m; At, assez abondant jusque vers 850m; E, clairsemé).

Sphénophyllées. — *Sphenophyllum myriophyllum* Crépin (J, très rare; M?; L, très rare; PM, à partir de 1100m, et assez commun au delà de 1300m; At, assez commun à partir de 1000m, abondant au delà de 1300m; E, commun jusque vers 1100m, plus clairsemé au delà); *Sphen. emarginatum* Brongt (Ab; D; J, assez commun; G, assez commun; M, assez commun; L, clairsemé; PM, assez commun par places; At, clairsemé, mais au-dessus de 1200m seulement); *Sphen. Nageli* Grand'Eury (Ab); *Sphen. oblongifolium* Germ. et Klfs (Ab, assez commun;) *Sphen. majus* Bronn (Ab; D, assez abondant; J; G; L; At, rare).

Équisétinées. — *Asterophyllites longifolius* Sternb. (sp.) (J; PM; At, assez fréquent; E, assez fréquent jusque vers 1065m); *Ast. grandis* Sternb. (sp.) (PM; At, assez commun par places; E, assez commun par places).

Annularia pseudostellata Pot. (D; J; M; L; PM; At, région supérieure); *Ann. stellata* Schlot. (sp.) (Ab; D); *Ann. sphenophylloides* Zenk. (sp.) (Ab, assez abondant; D, assez fréquent; G, assez fréquent).

Cingularia typica Weiss (G?; M, très rare; L, très clairsemé; PM, relativement fréquent; At, relativement fréquent).

Lycopodinées. — *Lycopodites macrophyllus* Gold. (J); *Lyc. elongatus* Gold.? (G).

Je passe sous silence les Lépidodendrées et Sigillariées, ainsi que les Cordaïtées, qui ne sont représentées par aucune forme méritant d'être citée. Mais je mentionnerai un *Palæoxyris* quadrispiralé, c'est-à-dire un œuf de Poisson, trouvé à Éply à 1400^m.

On peut tout d'abord remarquer, dans la liste que je viens de donner, la présence d'un certain nombre d'espèces, comme *Sphenopteris Damesi, Pecopteris Beyrichi, Danæites saræpontanus, Lonchopteris Defrancei, Odontopteris Cœmansi, Cingularia typica, Lycopodites macrophyllus, Lyc. elongatus,* qui n'ont guère été reconnues jusqu'ici que dans le bassin de Sarrebrück; mais le principal intérêt des observations ainsi faites sur la flore réside dans les conclusions qu'elles m'ont permis de formuler sur les niveaux relatifs de ces différents sondages.

Tout d'abord les couches traversées à Abaucourt, et pour lesquelles j'avais, à raison de l'insuffisance des premières données, hésité entre le sommet du Westphalien et le Stéphanien (1), se révèlent nettement comme appartenant à ce dernier étage, aux *Ottweiler Schichten,* avec des espèces telles que *Pecopteris hemitelioides, Pec. oreopteridia, Pec. polymorpha, Sphenophyllum oblongifolium, Sphenoph. Nageli,* à l'exclusion des formes habituelles de la flore westphalienne.

Par contre, les huit autres sondages, qui se sont tous montrés plus ou moins riches en espèces telles que *Mariopteris muricata, Pecopteris Miltoni, Alethopteris Serli, Al. Davreuxi, Linopteris obliqua, Sphenophyllum cuneifolium,* se classent dans le Westphalien, dans les *Saarbrücker Schichten,* mais à des niveaux différents.

Ceux de Dombasle, Bois-Greney et Jezainville, avec *Odontopteris Cœmansi* et *Pecopteris Pluckeneti* relativement fréquents, appartiennent nettement à la zone des Flambants supérieurs (*Obere Flammkohlen*); ils offrent des flores peu différentes les unes des autres; néanmoins, celui de Dombasle, avec *Annularia stellata* notamment, paraît être, des trois, celui qui correspond au niveau le plus élevé, les deux autres renfermant des espèces comme *Sphenopteris avoldensis, Sphen. Damesi, Lonchopteris* nov. sp., *Nevropt. tenuifolia,* qui se retrouvent à des niveaux plus bas et qui ne se sont pas montrées à Dombasle. Le sondage de Jezainville semble, d'autre part, avoir traversé des couches un peu plus anciennes, du moins pour partie, que celui de Bois-Greney, à en juger par la présence, dans ces couches, de formes telles que *Alloiopteris Essinghi, Pecopt. pennæformis, Alethopt. decurrens, Sphenophyllum myriophyllum,* qui sont relativement anciennes.

---

(1) *Comptes rendus,* t. CXLI, 3 juillet 1905, p. 68.

Le sondage de Martincourt n'a fourni que peu d'échantillons; mais la présence de *Pecopt. Pluckeneti* et, à ce qu'il semble, d'*Odont. osmundæformis* conduit à le rapprocher des trois précédents. Il semble que les couches qu'il a traversées, et où se sont montrés *Alloiopt. Essinghi, Pec. pennæformis,* peut-être *Sphenoph. myriophyllum,* puissent être parallélisées avec celles de Jezainville ou tout au moins avec les plus basses d'entre elles; peut-être correspondraient-elles en partie à la zone qui sépare, à Sarrebrück, les Flambants supérieurs des Flambants inférieurs.

La flore du sondage de Lesménils rappelle, par plusieurs de ses espèces, celle des sondages qui précèdent, mais les formes typiques des Flambants supérieurs, *Odontopteris, Pecopteris Pluckeneti,* y font défaut; *Aleth. Davreuxi* et *Lonch. Defrancei* y sont assez fréquents jusque vers 1000^{m} ou 1100^{m}; *Linopt. nevropteroides* y abonde; *Lin. obliqua* y est plutôt clairsemé; il semble que la partie supérieure de ce sondage doive être rangée dans l'étage des Flambants inférieurs, tandis que la portion inférieure serait au-dessous de la limite de cet étage.

Enfin les trois sondages de Pont-à-Mousson, Atton et Éply paraissent appartenir à l'étage des charbons gras (*Fettkohlengruppe*), renfermant en plus ou moins grande abondance des espèces telles que *Sphenopt. obtusiloba, Sphen. Sauveuri, Sphen. Schaumburg-Lippeana, Pecopt. pennæformis* assez répandu, *Nevr. gigantea* commun, *Nevr. flexuosa* et *Nevr. tenuifolia* abondants, *Sphenophyllum myriophyllum* plus ou moins fréquent. Si l'on entre dans le détail, on voit le *Sphen. Sauveuri* demeurer abondant à Pont-à-Mousson un peu plus bas qu'à Atton, puis se raréfier, et se montrer à peine à Éply; le *Pec. pennæformis,* clairsemé à Pont-à-Mousson, devient fréquent à Atton à partir de 1000^{m}, et reste abondant à Éply jusque vers 1100^{m}; les *Nevr. flexuosa* et *Nevr. tenuifolia* vont d'abord en augmentant de fréquence en profondeur, à Pont-à-Mousson et à Atton, pour se raréfier ensuite, soit dès la région inférieure d'Atton pour l'un, soit seulement dans la région moyenne d'Éply pour l'autre; le *Lin. obliqua* se comporte d'une manière analogue; le *Sphen. emarginatum,* qui était assez commun à Bois-Greney, à Jezainville et à Martincourt, plus clairsemé à Lesménils, se montre encore à Pont-à-Mousson sur toute la hauteur, pour devenir rare à Atton à partir de 1000^{m} et disparaître vers 1200^{m}; il manque à Éply; le *Sphen. myriophyllum,* au contraire, devient assez commun à Pont-à-Mousson à partir de 1300^{m}; fréquent à Atton dès 768^{m}, il s'y montre de plus en plus fréquent en profondeur, et franchement abondant à partir de 1300^{m}; il est commun à Éply jusque vers 1100^{m} et devient ensuite plus clairsemé.

Toutes ces indications, confirmées encore par quelques autres du même genre, montrent clairement que ces trois sondages s'échelonnent de haut en bas dans l'ordre : Pont-à-Mousson, Atton, Éply, les couches traversées à Atton devant correspondre en partie, vers le haut, à celles de la partie inférieure de Pont-à-Mousson, et en partie, vers le bas, à celles de la région supérieure d'Éply. Si l'on tient compte notamment de la répartition du *Sphenopteris Sauveuri*, d'une part, et du *Sphenophyllum myriophyllum*, d'autre part, signalés par M. Potonié (1) comme caractérisant par leur abondance, le premier la partie supérieure et le second la partie inférieure de l'étage des charbons gras (*Fettkohlengruppe*), on est amené à conclure que les deux sondages de Pont-à-Mousson et d'Atton sont à cheval l'un et l'autre sur ces deux subdivisions, le passage de la première à la seconde paraissant avoir lieu à Pont-à-Mousson à une profondeur comprise entre 1100^m et 1300^m ou 1400^m, et à Atton vers 900^m ou 1000^m, pour autant, bien entendu, qu'on peut assigner à une telle limite une position tant soit peu précise.

Quant au sondage d'Éply, il serait tout entier, semble-t-il, d'après la composition de sa flore, dans les charbons gras inférieurs.

Je dois rappeler que l'étude stratigraphique des couches secondaires recouvrant le terrain houiller avait conduit MM. R. Nicklès et H. Joly (2) à penser que les couches houillères d'Éply devaient être un peu plus anciennes que celles d'Atton et de Pont-à-Mousson, celles de Lesménils plus récentes que ces dernières et plus anciennes à leur tour que celles de Dombasle. On voit que ces conclusions ont été entièrement confirmées par celles que j'ai pu tirer de l'étude paléobotanique et que je viens d'exposer.

ASTRONOMIE. — *Sur les positions des étoiles de repère concernant la planète Éros déduites des clichés de Toulouse.* Note de M. **B. Baillaud.**

La discussion des positions des étoiles relatives à la détermination de la parallaxe du Soleil par l'étude de la planète Éros a révélé à M. Hinks, de Cambridge, divers écarts systématiques dont l'influence pourrait limiter

(1) H. Potonié, *Die Art der Untersuchung von Carbon-Bohrkernen auf Pflanzenreste*, p. 10 (*Naturwiss. Wochenschr.*, Neue Folge, I, n° 23, 1902).

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 589.

la précision du résultat. En particulier dans les positions d'étoiles déduites des 89 clichés obtenus par M. Montangerand à Toulouse, calculés et publiés par M. Henry Bourget, avec le concours de M. Caubet et du Bureau des mesures et des calculs, M. Hinks a trouvé, en ascension droite (α) et en déclinaison (δ), des équations de grandeur et certains écarts systématiques que nous avons, M. Bourget et moi, cherché à éclaircir. J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats obtenus jusqu'ici.

D'une part M. Bourget a examiné minutieusement le mode de réduction que j'avais établi à Toulouse, fondé sur des formules dues à P. et Pr. Henry. Dans ce mode de réduction, on suppose que l'axe optique principal de l'objectif photographique passe exactement par le centre de la plaque photographique et est perpendiculaire au plan de cette plaque. On tient compte de la réfraction différentielle; on n'introduit que quatre éléments pour chaque cliché, savoir : les coordonnées équatoriales du centre, la valeur angulaire de l'unité de l'échelle, l'orientation de l'axe des abscisses par rapport à l'axe théorique. Les formules utilisent certains développements en séries que j'avais discutés soigneusement à propos de leur application à la zone de Toulouse du Catalogue astro-photographique. M. Bourget, avant de les appliquer aux clichés d'Éros, s'était assuré qu'aux grandes déclinaisons et aux grands angles horaires de ces clichés, les termes négligés n'acquéraient pas de valeurs sensibles. L'examen auquel il s'est livré dans ces derniers mois ne lui a révélé aucun oubli.

Nous avons repris les questions relatives au centrage de la plaque et à sa perpendicularité à l'axe optique et avons, M. Montangerand, M. Bourget et moi, avec le concours de M. Carrère, l'habile mécanicien de l'Observatoire, déterminé les écarts actuels par les méthodes de Sir David Gill et de M. Trépied. Nous n'avons trouvé que des écarts de centrage de une à deux minutes, et des écarts de perpendicularité un peu plus forts, mais trop faibles, sans doute, pour expliquer les écarts systématiques signalés par M. Hinks.

M. Hinks a facilité nos recherches en nous envoyant la réduction par la méthode de Turner de quatre de nos clichés et nous indiquant qu'ainsi réduites nos mesures devenaient bonnes. Nous sommes heureux de l'occasion qui s'offre à nous de remercier M. Hinks de sa courtoisie.

En même temps, nous avons étudié le mode de réduction de Toulouse et cherché l'influence que pourraient avoir l'erreur de centrage et la non-perpendicularité de la plaque à l'axe optique. Nous avons constaté que l'erreur de centrage pouvait modifier dans les formules de réduction les

termes du premier degré, par rapport aux coordonnées rectangles des étoiles sur le cliché. Il s'est présenté, dans cette partie de nos recherches, des singularités sur lesquelles je pourrai revenir dans une autre occasion. Il suffira de dire ici que, l'introduction dans nos formules des coordonnées du centre de la plaque par rapport à l'axe optique portant à six le nombre des inconnues, le mode de réduction employé à Toulouse se confond, au fond sinon dans la forme, avec celui de Turner.

Dans ces conditions, tout en conservant l'algorithme établi à Toulouse, nous avons conclu à la nécessité de séparer, dans la détermination des éléments des clichés, les équations provenant des ascensions droites de celles qui proviennent des déclinaisons, tandis que, en n'introduisant que quatre constantes, nous avions dû les combiner. Je dois ajouter que j'ai acquis la conviction que ce n'est pas l'erreur de centrage qui impose la séparation des équations des α et des δ. Il y a autre chose dont je n'ai pas abandonné la recherche, mais qu'il m'est actuellement impossible de préciser.

La recherche des équations de grandeur a été faite de plusieurs manières : Tous les résultats obtenus sont concordants et ont les mêmes signes qu'avait indiqués M. Hinks, tout en ayant des valeurs absolues un peu moindres.

Nous avons d'abord réduit le cliché 1137 obtenu vers la date de l'apparition d'Éros, pour lequel le catalogue de Leipzig nous donnait 60 étoiles de repère. Nous avons séparé les belles, de grandeur moyenne 7,5, les faibles de grandeur photographique moyenne 9,5. Nous avons déduit deux systèmes d'éléments et réduit toutes les étoiles par les deux systèmes. Cette première étude n'a pas donné d'équation de grandeur en α, en a donné une de $0'',05$ par classe de grandeur en déclinaison. Les déclinaisons des 9,5 déduites des 7,5 étaient trop faibles.

Un cliché 1567 des Pléiades, obtenu spécialement pour cet objet par M. Montangerand, portait deux poses contiguës de même durée et une troisième pose de même durée obtenue par renversement de l'équatorial équivalent à une rotation de l'objectif de 180°. Le Bureau des mesures a mesuré six fois ce cliché, trois fois dans une position du cliché, trois fois dans la position inverse.

Nous avons adopté comme repères 29 étoiles de grandeur moyenne 7,5 (entre 7,0 et 8,2) et pris leurs positions dans le dernier catalogue d'Elkin. Il est aisé de voir que la comparaison de deux poses obtenues par renversement de l'équatorial double les équations de grandeur.

La moyenne des valeurs absolues des résidus des 29 étoiles a été, en α, $0^s,012$; en δ, $0'',15$.

On a réduit neuf étoiles plus belles, de grandeur moyenne 5,0. Les moyennes des résidus, tous de même signe dans une même suite, ont été :

En α..........	Pose I $+ 0^s,049$	Pose III $+ 0^s,030$
En δ..........	Pose I $+ 0'',30$	Pose III $- 0'',25$

On en conclut, pour ces étoiles, en α une équation visuelle égale à $0^s,040$ et une équation photographique $0^s,010$. Il s'ensuit que, pour ramener aux 7,5 les 5,0, il faut diminuer les α de $0^s,004$ par classe de grandeur; il faut diminuer les δ de $0'',12$.

On a réduit ensuite 20 étoiles faibles, de grandeur moyenne 8,6. On n'a plus trouvé d'équation visuelle en α; les équations de grandeur photographique ont été, par grandeur,

En α..... $-0^s,006$; en δ..... $-0'',05$.

On a réduit 13 étoiles faibles, de grandeur moyenne 10,7. Elles ont donné, par classe de grandeur,

En α..... $-0^s,003$; en δ..... $-0'',05$.

Tous ces résultats, aussi concordants qu'on pût l'espérer, montrent que, pour ramener aux 7,5 prises pour types les étoiles de grandeur $7,5 + m$, il faudrait augmenter les α de $0^s,005\,m$; les δ de $0'',06\,m$.

Les valeurs absolues en δ résultant des discussions de M. Hinks étaient plus fortes. D'autre part, les résultats de la discussion de M. Cohn étaient d'accord avec nos ascensions droites. Nous nous proposons de poursuivre ces recherches, nous bornant à signaler aujourd'hui que des questions connexes ont été soulevées par d'autres astronomes, notamment par M. Belopolsky, pour le grand réfracteur de Poulkova.

En terminant, nous ne saurions omettre d'adresser nos remercîments à Mlle Vaudein, employée au Bureau des mesures et des calculs, qui a fait, avec un zèle et une sûreté exceptionnels, tous les calculs numériques nécessités par ces recherches.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie des Sciences de Saint-Louis** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *Henri Moissan*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *La santé par l'hygiène*, par Nestor Gréhant. (Présenté par M. E. Perrier.)
2° *Hydrologie agricole*, par Frédéric Dienert. (Présenté par M. E. Roux.)
3° *Natural Law in terrestrial phenomena*, by William Digby.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'absence de polarisation des protubérances.* Note de M. **P. Salet**.

D'après la théorie de Schmidt un rayon venant d'un point du disque solaire aurait subi dans l'astre lui-même une très forte déviation, due à des réfractions successives dans le plan passant par ce rayon et par le centre du Soleil; il devrait donc être partiellement polarisé perpendiculairement à ce plan. La quantité de lumière polarisée ne dépend, en effet, dans la théorie de Fresnel, que de la valeur de la déviation.

De même, dans la théorie de Julius, la lumière monochromatique d'un point d'une protubérance viendrait en réalité d'un point de la photosphère et aurait, par suite, subi une déviation dont il est facile de calculer une valeur minima d'après la hauteur de la protubérance; elle devrait donc être partiellement polarisée perpendiculairement au plan passant par ce rayon et par le point d'où émane la lumière de la protubérance.

Or la lumière des bords du Soleil et des protubérances n'est pas polarisée. Grâce à une photographie polariscopique à très courte pose obtenue en 1905 j'ai trouvé pour la première fois de la lumière polarisée sur la couronne au bord même de la Lune, et pourtant je n'ai pas observé de trace de polarisation sur les protubérances.

Il semble donc qu'il y ait contradiction entre les théories de Schmidt et de Julius et la théorie de la polarisation de Fresnel.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Applications d'un théorème sur la convergence en moyenne.* Note de M. **Ernst Fischer**, présentée par M. Ém. Picard.

J'ai énoncé dernièrement (*Comptes rendus,* séance du 13 mai 1907) un théorème sur la convergence en moyenne. Je veux ajouter ici quelques applications.

Soit encore

$$(1)\qquad \int_a^b \varphi_m \varphi_n \, dx = 0, \quad \text{pour } m \neq n, \qquad \int_a^b \varphi_n^2 \, dx = 1,$$

les φ_n appartenant à Ω. Partons d'une fonction quelconque f de Ω et posons

$$a_n = \int_a^b f \varphi_n \, dx.$$

Ces a_n remplissent la condition que Σa_n^2 converge, il y a donc, en vertu du théorème de ma Note citée, une fonction f_0 de Ω, essentiellement [1] déterminée, pour laquelle

$$f_0 \sim a_1 \varphi_1 + a_2 \varphi_2 + \ldots.$$

Cette fonction f_0 a pour f la signification suivante. Appelons *accessibles pour les* $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ les fonctions φ de Ω pour lesquelles on peut, quelle que soit la quantité positive ε, trouver un entier n et des constantes réelles c_1, $c_2, \ldots, c_n$ telles que l'on ait

$$\int_a^b (\varphi - c_1 \varphi_1 - \ldots - c_n \varphi_n)^2 \, dx < \varepsilon.$$

Pour une fonction donnée f de Ω il existe parmi les fonctions accessibles φ une, et essentiellement une seule, pour laquelle la quantité $\int_a^b (f - \varphi)^2 \, dx$ soit minima : c'est la fonction f_0, que nous appellerons *la fonction accessible*

---

[1] Le mot *essentiellement* a le même sens que dans la Note citée.

la plus approchée en moyenne de f. $\Big($Pour que f soit elle-même accessible, il faut et il suffit que $f \sim a_1\varphi_1 + a_2\varphi_2 + \ldots$ ou $\displaystyle\int_a^b f^2\,dx = a_1^2 + a_2^2 + \ldots\Big)$.

L'ensemble $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ est dit *général* si chaque fonction de Ω est accessible [1]. Pour cela (il faut et) il suffit que l'on n'ait

$$\int_a^b u\varphi_n\,dx = 0 \qquad (n = 1, 2, \ldots)$$

pour aucune fonction u de Ω qui diffère essentiellement de zéro; car, si f n'était pas accessible, $f - f_0 = u$ remplirait les conditions indiquées. Donc *les notions* ensemble général *et* ensemble fermé, *introduites par M. Hilbert, se confondent si on les applique à* Ω.

Pour une autre application de notre théorème, on peut démontrer qu'à un ensemble $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ qui n'est pas général, on peut toujours *adjoindre* des fonctions $\psi_1, \psi_2, \ldots$, de sorte que $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \psi_1, \psi_2, \ldots$ est général.

D'ailleurs, pour la théorie de l'approximation en moyenne, les ensembles dénombrables $\varphi_1, \varphi_2, \ldots$ ne sont aucunement le vrai point de départ; je développerai cette théorie dans une autre occasion en m'appuyant sur une espèce de *géométrie des fonctions*.

Passons à un problème tout différent : *reconnaître si une fonction continue* $F(x)$ *est ou non l'intégrale indéfinie d'une fonction de* Ω. Prolongeons $F(x)$ au delà de (a, b) de manière que $F(x + b - a) - F(x)$ devienne constante et formons [2]

$$F_\delta(x) = \frac{F(x+\delta) - F(x-\delta)}{2\delta},$$

δ désignant une constante réelle non nulle. $F_\delta(x)$ est une fonction continue admettant la période $b - a$. Les notions et théorèmes sur la convergence en moyenne s'étendent immédiatement du cas $\lim n = \infty$ (suite dénombrable) au cas $\lim \delta = 0$, ce qui fournit la réponse suivante à la question posée : *Pour que la fonction continue* $F(x)$ *soit l'intégrale indéfinie d'une fonction de* Ω *(il faut et) il suffit que* $F_\delta(x)$ *converge en moyenne pour*

---

(1) En d'autres termes, si les fonctions $c_1\varphi_1 + \ldots + c_n\varphi_n$ constituent un ensemble général au sens de la Note citée (*voir* déf. I b).

(2) On pourrait aussi raisonner sur $\dfrac{F(x+\delta) - F(x)}{\delta}$.

$\lim \delta = 0$, c'est-à-dire que

$$\lim_{\delta, \delta' = 0} \int_a^b (F_\delta - F_{\delta'})^2 \, dx = 0.$$

Car si $F_\delta(x)$ converge en moyenne, il existe dans Ω, en vertu du théorème général, une fonction f vers laquelle $F_\delta(x)$ converge en moyenne, et l'on a

$$\lim_{\delta=0} \int_a^x F_\delta \, dx = \int_a^x f \, dx;$$

mais le premier membre de cette équation n'est autre chose que $F(x) - F(a)$.

Il suit de cette proposition et d'un théorème de M. Lebesgue [1] que, si $F_\delta(x)$ converge en moyenne, elle doit aussi converger pour chaque valeur de x, sauf pour un ensemble de mesure nulle.

Dans cet exemple de convergence en moyenne se présentent des circonstances particulières. Considérons la quantité $\int_a^b F_\delta^2 \, dx$. On peut prouver qu'elle a toujours, pour $\lim \delta = 0$, une limite déterminée qui est finie ou $+\infty$ suivant que $F_\delta(x)$ converge en moyenne ou non. Donc, *pour que la fonction continue* $F(x)$ *soit l'intégrale indéfinie d'une fonction de* Ω, *il faut et il suffit que* $\int_a^b F_\delta^2 \, dx$ *soit une fonction bornée de* δ. Posons enfin $F(x) = \frac{1}{2} C x + F_1(x)$, où C est une constante et F_1 admet la période $b - a$; prenons $a = 0$, $b = 2\pi$ et posons

$$A_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} F_1 \cos n x \, dx, \qquad B_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} F_1 \sin n x \, dx.$$

Alors, *pour que la fonction continue* $F(x)$ *soit l'intégrale indéfinie d'une fonction de* Ω, *il faut et il suffit que la série* $\Sigma n^2 (A_n^2 + B_n^2)$ *soit convergente.*

Je tiens à prouver que l'emploi des notions de M. Lebesgue est nécessaire pour notre sujet. Soit Π l'ensemble des fonctions continues et π_1, π_2, ... un ensemble général de fonctions continues remplissant les conditions analogues à (1). Il existe dans Ω une fonction χ différant essentiellement de toutes les fonctions de Π, posons $a_n = \int_a^b \chi \pi_n \, dx$. Alors la série à termes continus $a_1 \pi_1 + a_2 \pi_2 + \ldots$ converge en moyenne, sans converger en moyenne vers aucune fonction continue: donc, *pour* Π, *le théorème*

(1) LEBESGUE, *loc. cit.*, p. 124.

général est en défaut. Les a_n n'étant pas tous nuls, supposons $a_1 \neq 0$. On peut démontrer que l'ensemble des fonctions [1]

$$\varphi_n = a_1 \pi_{n+1} - a_{n+1} \pi_1 \qquad (n = 1, 2, \ldots)$$

jouit des propriétés suivantes : les φ_n sont continues, il existe des fonctions continues non accessibles pour les φ_n, mais il n'existe aucune fonction continue non nulle u pour laquelle $\int_a^b u\varphi_n \, dx = 0$ $(n = 1, 2, \ldots)$. Donc, *pour* II, *les notions* ensemble général *et* ensemble fermé *sont bien différentes*, et c'est pour II qu'elles ont été introduites par M. Hilbert.

Nous avons pris pour II l'ensemble particulier des fonctions continues : mais la généralisation à d'autres ensembles contenus dans Ω est immédiate.

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *Sur la viscosité des fluides*. Note de M. Marcel Brillouin.

1. Dans les fluides, deux mécanismes entrent en jeu pour le transport d'une propriété quelconque à travers les molécules en mouvement :

1° Le transport de cette propriété par déplacement de la molécule même qui la possède;

2° Le saut brusque de cette propriété du centre d'une molécule au centre d'une autre au moment du choc de ces deux molécules (Jaeger, 1890-1893).

Lorsque les molécules sont très espacées, comme dans les gaz, le second mécanisme qui correspond au parcours instantané d'un diamètre moléculaire est tout à fait négligeable; mais il prend de l'importance dans les liquides sans que toutefois le premier mécanisme y devienne négligeable.

La considération de ce double mécanisme conduit à essayer pour la viscosité η des fluides une formule telle que la suivante :

$$\text{(I)} \qquad \eta = \frac{1}{3}\rho\Omega\left[\alpha(\lambda + 2R) + \beta\frac{2R^2}{\lambda}\right]$$

avec

$$\text{(II)} \qquad \lambda = \frac{A}{\rho}\frac{T}{T+C} \qquad \text{(faibles densités)}$$

---

[1] Les relations (1) ne sont pas remplies, mais cela n'a pas d'importance.

ou

$$\text{(III)} \qquad \lambda = 1,19.10^{-8} M^{\frac{1}{3}} \rho^{-\frac{1}{3}} - 2R \qquad \text{(fortes densités).}$$

ρ densité du fluide; M masse moléculaire; 2R diamètre d'une molécule; λ chemin moyen du centre d'une molécule. Ω est la vitesse d'agitation moléculaire qu'on suppose liée à la température absolue T par la même relation qu'à l'état gazeux $\left(\Omega = 15800 T^{\frac{1}{2}} M^{-\frac{1}{2}} \text{ C.G.S.}\right)$; A, C les deux constantes de la règle de Sutherland. α, β deux constantes universelles, peu différentes de l'unité, qu'une théorie développée pourrait définir. [On a adopté dans la formule (III) le nombre 4.10^{19} de molécules par centimètre cube de gaz normal.]

2. L'anhydride carbonique a été étudié à l'état gazeux dans une grande étendue de température par Holman, et à l'état fluide près du point critique, dans une grande étendue de densités, par Warburg. Il fournit un bon moyen de contrôle de la formule.

Au moyen des données fournies par l'état gazeux, sous une densité inférieure à 0,002, j'ai calculé par les formule (I), (II) ($\alpha = 1$, $\beta = 2$) les viscosités à l'état fluide pour les densités comprises entre 0,1 et 0,9 à la température de 32°.

ρ	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
η_c	0,000180	221	270	330	400	480	567	666	772
η_o (Warburg)	0,000180	200	230	295	345	440	550	678	850

Les écarts ne dépassent pas $\frac{1}{9}$, et sont surtout sensibles au voisinage immédiat de la densité critique.

On obtient des résultats analogues avec les formules (I), (III), mais seulement pour les densités supérieures à 0,4.

Il faut atteindre les densités 0,8 à 0,9 pour que le second mécanisme prenne une importance comparable au premier.

3. De ces comparaisons on peut conclure que la viscosité des liquides dépend encore pour une proportion notable de la diffusion des molécules, et pour une proportion moindre, quoique comparable, du transport de centre à centre au moment du choc.

Il y aurait grand intérêt à en faire une théorie précise et à adapter la formule (II) aux grandes densités, puisqu'un simple aperçu représente déjà assez bien l'allure de la viscosité dans tout l'état fluide pour permettre de calculer au dixième près la viscosité sous densités 0,1 à 0,9, à l'aide de

données expérimentales tirées *uniquement* d'observations faites sous une densité inférieure à 0,002 ([1]).

PHYSIQUE. — *Sur une nouvelle propriété des gaz issus des flammes.* Note de M. **Maurice de Broglie**, présentée par M. Mascart.

En continuant des recherches sur les conditions de formation des centres électrisés de faible mobilité dans les gaz, j'ai été amené à reconnaître dans les gaz issus des flammes la présence de centres électriquement neutres qui jouissent des propriétés suivantes :

1° Ils sont susceptibles de se charger sous l'influence des radiations du radium ou des rayons de Röntgen en se transformant en centres chargés de faible mobilité analogues aux gros ions.

2° Le gaz qui contient ces centres acquiert, par barbotage dans des solutions salines étendues, une ionisation très supérieure à celle qu'il reçoit quand il en est privé.

3° Ces centres sont arrêtés par un filtre en coton ordinaire et détruits par la chaleur; ils disparaissent spontanément au bout de quelque temps.

Le dispositif expérimental destiné à les mettre en évidence comporte successivement, sur le trajet des gaz de flamme, un condensateur cylindrique à forte capacité pour arrêter les ions de flamme ordinaires, une ampoule de verre à paroi mince pour l'exposition aux rayonnements ionisants et un long condensateur cylindrique dont l'électrode axiale est réunie au quadrant isolé d'un électromètre Curie.

En excitant le condensateur d'arrêt, on constate qu'aucune conductibilité ne persiste dans le gaz; puis, en faisant agir le radium, on voit apparaître une ionisation assez intense attribuable à des ions dont la mobilité est de l'ordre de $\frac{1}{1000}$ de centimètre par seconde dans un champ de 1 volt par centimètre. Ceci, bien entendu, dans des conditions où des expériences de contrôle faites avec de l'air ordinaire ou des gaz filtrés montrent qu'il n'y a pas d'action directe du radium ou des petits ions qu'il produit.

([1]) Les indications théoriques et les comparaisons numériques dont cette Note donne un résumé succinct sont développées dans les derniers Chapitres de mon Livre sur la *Viscosité des fluides*, dont la seconde Partie est sous presse.

ÉLECTRICITÉ. — *Sensibilité du téléphone électrostatique.* Note (¹) de M. **Henri Abraham**, présentée par M. J. Violle.

La publication récente des Notes de M. Argyropoulos et de M. Marcel Deprez sur le *condensateur parlant* m'engage à soumettre à l'Académie les résultats de quelques mesures que j'ai eu occasion de faire avec un appareil du même genre (²).

Ce récepteur électrostatique a pour organe sensible une feuille de métal battu (or, aluminium, etc.), consolidée s'il y a lieu par une gaze légère, et tendue sur l'ouverture d'un petit pavillon acoustique. Un disque métallique isolé est amené aussi près que possible en face de la feuille métallique et l'on constitue ainsi un condensateur. Le disque métallique fixe peut être protégé par une lamelle diélectrique. Le tout se monte aisément dans un boîtier de téléphone.

L'appareil étant chargé à un voltage statique aussi élevé que possible (un millier de volts), on y envoie les différences de potentiel alternatives étudiées, et l'on écoute les vibrations de la membrane.

Dans ces conditions, pour une fréquence de 500 périodes, on ne commence à percevoir un son que pour un voltage alternatif d'environ trois millièmes de volt (³).

Si l'on voulait employer un tel appareil comme récepteur téléphonique, on pourrait songer à élever le voltage alternatif par un transformateur (et aussi par résonance). Mais, étant donné que le circuit primaire devrait être branché sur la ligne, le rapport d'amplification ne saurait être bien élevé, puisqu'on est limité par la racine carrée du rapport des capacités.

Même avec ces procédés d'amplification, la sensibilité du téléphone électrostatique polarisé reste donc très inférieure à celle du téléphone électromagnétique pour la transmission de la parole par les lignes téléphoniques.

(¹) Présentée dans la séance du 21 mai 1907.

(²) Ces résultats ont été mentionnés dans une *Notice* imprimée à un petit nombre d'exemplaires en janvier 1907.

(³) Les variations de la pression électrostatique sur la membrane sont alors, précisément, à la limite des variations de pression que l'oreille peut percevoir.

OPTIQUE. — *Mesures de longueurs d'onde dans le spectre du fer pour l'établissement d'un système de repères spectroscopique.* Note (¹) de MM. H. **Buisson** et **Ch. Fabry**, présentée par M. H. Deslandres.

Nous avons complété, par des mesures dans l'ultra-violet, la liste des longueurs d'onde que nous avons publiée (²). La méthode de mesure est toujours la même, sauf les modifications nécessitées par les propriétés des radiations étudiées. Les diverses raies sont séparées par un spectroscope à réseau plan, avec objectifs en quartz. Les interférences sont produites par deux surfaces argentées parallèles, mais les lames sont en quartz et leur distance n'est que de $2^{mm},5$.

L'argent déposé par réaction chimique présente un pouvoir réflecteur très faible pour les longueurs d'onde comprises entre 3300 et 2800; l'argent déposé par projection cathodique ne présente pas toujours cette particularité. Au delà de 3300 nous avons employé soit des surfaces argentées par projection cathodique, soit des surfaces nickelées par le même procédé.

La source de lumière est l'arc entre tiges de fer de 3^{mm} de diamètre. Le courant a une intensité comprise entre 3 et 6 ampères. Il est fourni par une distribution à 110 ou à 220 volts; dans chaque cas, une résistance convenable est intercalée dans le circuit. La stabilité est parfaite, l'emploi d'un régulateur est absolument inutile, car l'usure des tiges de fer est extrêmement lente.

Dans la région des petites longueurs d'onde, les spectres des parties positive et négative de l'arc sont notablement différentes; les raies mesurées appartiennent à la partie positive.

Dans certaines régions, où le spectre du fer présente des lacunes, nous avons mesuré d'autres raies : vers 5800, quatre raies du nickel (arc entre tiges de nickel); vers 4800, deux raies du manganèse (qui se trouvent dans le spectre de l'arc entre tiges de fer ordinaire); vers 2500, trois raies du silicium (arc entre charbons ordinaires, le positif à mèche).

Nous donnons ci-après la liste des longueurs d'onde que nous avons mesurées. Ces nombres sont rapportés à la valeur de la raie rouge du cadmium (6438,4696) déterminée récemment par MM. Benoît, Fabry et Perot. Les nombres antérieurement publiés diffèrent très légèrement de

(¹) Présentée dans la séance du 21 mai 1907.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 165.

ceux-ci : ils étaient rapportés à la valeur, donnée par MM. Michelson et Benoit (6438,4722). On a, de plus, corrigé une petite erreur provenant d'une faute de signe sur une correction. La longueur d'onde 4754,046, qui avait été donnée avec une grosse erreur matérielle, a été rectifiée.

2373,737	3556,879	4647,437	5535,418
2413,310	3606,681	4678,855	5569,632
Si 2435,159	3640,391	4707,287	5586,770
Si 2506,904	3677,628	4736,785	5615,658
Si 2528,516	3724,379	Mn 4754,046	5658,835
2562,541	3753,615	4789,657	5709,396
2588,016	3805,346	Mn 4823,521	Ni 5760,843
2628,296	3843,261	4859,756	5763,013
2679,065	3865,526	4878,226	Ni 5805,211
2714,419	3906,481	4903,324	Ni 5857,760
2739,550	3935,818	4919,006	Ni 5892,882
2778,225	3977,745	4966,104	5934,683
2813,290	4021,872	5001,880	5952,739
2851,800	4076,641	5012,072	6003,039
2874,176	4118,552	5049,827	6027,059
2912,157	4134,685	5083,343	6065,493
2941,347	4147,677	5110,415	6137,700
2987,293	4191,441	5127,364	6191,569
3030,152	4233,615	5167,492	6230,732
3075,725	4282,407	5192,362	6265,147
3125,661	4315,089	5232,958	6318,029
3175,447	4352,741	5266,568	6335,343
3225,790	4375,935	5302,316	6393,612
3271,003	4427,314	5324,196	6430,859
3323,739	4466,554	5371,498	6494,994
3370,789	4494,572	5405,780	
3399,337	4531,155	5434,530	
3445,155	4547,854	5455,616	
3485,344	4592,658	5497,521	
3513,820	4602,944	5506,783	

Ces valeurs se rapportent à l'air sec à 15° et 76^{cm}.

Rowland n'a mesuré qu'un petit nombre de raies de l'arc au fer et ces mesures sont sujettes à caution. Dans le spectre solaire, il a mesuré toutes les raies du fer; il est probable que ces raies, produites dans des conditions différentes, n'occupent pas rigoureusement, dans le spectre, la même place que celles de l'arc; ces différences sont certainement très faibles et il n'y a aucune raison pour qu'elles suivent une marche systématique en fonction

de la longueur d'onde. La comparaison des nombres de Rowland avec les nôtres confirme le résultat annoncé par Fabry et Perot [1] à la suite de mesures, dans le spectre visible, sur des raies solaires : les nombres de Rowland présentent entre eux des erreurs, réparties systématiquement dans le spectre et atteignant, en valeur relative, le cent millième. Il est donc à désirer qu'à l'avenir les mesures précises de longueurs d'onde soient faites par interpolation en partant de nombres corrects. Pour cet usage, l'arc produit entre tiges de fer s'impose par son extrême commodité.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques sulfites doubles d'acide hypovanadique.* Note de M. **Gustave Gain**, présentée par M. Alfred Ditte.

Les bases alcalines jouissent de la propriété de se combiner assez facilement avec l'acide hypovanadique en présence de l'acide sulfureux pour donner des sulfites doubles bien définis.

Le mode de préparation de ces sulfites est le même pour les différents métaux du groupe alcalin.

Pour les obtenir, il suffit de partir de la dissolution bleue, obtenue en traitant le métavanadate d'ammoniaque par une dissolution saturée d'acide sulfureux. J'ai dans une Note précédente [2] étudié et indiqué la composition de cette liqueur. On la mélange avec une dissolution du bisulfite alcalin et on la met à évaporer lentement sur feu doux ou dans le vide.

Potassium. — Avec le bisulfite de potasse, la formation du sulfite double est facile et rapide. La liqueur ne tarde pas à se troubler en perdant du gaz sulfureux, et, avant même d'atteindre l'ébullition, elle dépose, sur les parois et sur le fond du ballon, de petits cristaux *bleus,* dont le nombre croît rapidement à mesure que l'évaporation s'accentue.

Par refroidissement et après 24 heures de repos il se dépose, au-dessus des premiers cristaux, une deuxième couche de cristaux beaucoup plus gros, mais ayant exactement la même couleur. Les uns et les autres ont été recueillis séparément. Ils ont d'ailleurs, comme le montre l'analyse, exactement la même composition et ils sont constitués par une combinaison répondant à la formule

$$3(SO^2V^2O^4), (SO^2K^2O), 5H^2O.$$

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique,* 7e série, t. XXV, 1902, p. 98.

(2) *Comptes rendus,* t. CXLIII, p. 823.

L'analyse a en effet donné :

	Trouvé.		
	Petits cristaux.	Gros cristaux.	Calculé.
V^2O^4	52,90	53,00	53,09
SO^2	27,10	27,00	27,29
K^2O	10,09	10,66	10,03
H^2O	9,90	9,06	9,59
	99,99	99,72	100,00

Ammonium. — La formation du sulfite double d'ammoniaque est un peu plus difficile que celle de potassium; en chauffant le mélange, de l'anhydride sulfureux s'échappe, et la liqueur devient très foncée, presque noire.

Après un certain temps, il se forme dans le fond du ballon un dépôt verdâtre au milieu duquel se voient de très beaux cristaux *noirs*, allongés et brillants, qu'il faut séparer du dépôt verdâtre. On y arrive assez facilement par un premier lavage rapide à l'eau distillée, qui dissout en grande partie le dépôt vert sans dissoudre les cristaux; on finit ensuite la séparation par un deuxième lavage à l'alcool.

Ces cristaux ont une composition répondant à la formule

$$3(SO^2V^2O^4),\ SO^2(AzH^4)^2O,\ 4H^2O.$$

Rubidium. — Par ébullition, la formation du sulfite double est difficile, mais au contraire par évaporation dans le vide elle se réalise très bien.

Au bout de quelques jours, le fond du cristallisoir est tapissé de fines aiguilles fragiles, disposées par rayonnement autour d'un point central, ou formant de petites houppes. Le liquide qui les surmonte est décanté et elles sont mises à sécher sur de la porcelaine dégourdie. Quand elles sont sèches, elles se présentent sous l'aspect d'une poudre cristalline *gris clair* dont la composition est représentée par

$$(SO^2V^2O^4),\ 2(SO^2Rb^2O),\ 2H^2O.$$

Cæsium. — Le sulfite double de cæsium et d'acide hypovanadique se prépare exactement de la même façon que celui de rubidium et les cristaux se présentent sous le même aspect et avec la même couleur *grise;* ils ont pour composition

$$(SO^2V^2O^4),\ 3(SO^2Cs^2O),\ 8H^2O.$$

Thallium. — Le sulfite double correspondant est un de ceux qui s'obtiennent le plus facilement. Il suffit de chauffer à peine le mélange pour qu'aussitôt apparaissent de petits cristaux qui se déposent dans le fond du ballon. L'ébullition est tumultueuse et excessivement violente; elle produit des soubresauts considérables, et il faut prendre des précautions spéciales pour éviter la rupture du ballon et la projection de liqueur bouillante. Les cristaux sont *bleu vert,* très brillants, à reflets mordorés.

L'analyse nous a permis de leur attribuer la composition

$$3(SO^2V^2O^4),\ (SO^2Tl^2O),\ 8H^2O.$$

Sodium. — L'évaporation dans le vide du mélange des deux sulfites ne donne rien; c'est à l'ébullition qu'il faut avoir recours pour obtenir un résultat; l'opération est longue. Cependant au bout d'un certain temps apparaissent, perdus dans un précipité verdâtre, quelques cristaux noirs. En ajoutant une nouvelle quantité de liquide bleu, tout se redissout. Par évaporation très lente et après refroidissement, on trouve encore au milieu d'un dépôt verdâtre un grand nombre de très beaux cristaux *noirs*, qu'on peut séparer du dépôt vert, comme on l'a fait précédemment pour l'ammoniaque.

On peut représenter ces cristaux par la formule

$$5(SO^2, V^2O^4), (SO^2Na^2O), 2H^2O.$$

Lithium. — Avec ce métal l'ébullition même prolongée ne donne rien; dans le vide, au contraire, au bout de 5 ou 6 jours, la liqueur dépose une croûte microcristalline *bleu clair*, qui doit être recueillie avant évaporation complète de la liqueur; car si on la pousse trop loin on ne tarde pas à voir apparaître, de place en place, des champignons blancs, qui rapidement envahissent presque complètement le cristallisoir, et qui ne sont autres qu'un mélange de lithine et de sulfite de lithine impur.

En revanche les cristaux microcristallins ont la composition bien définie :

$$(SO^2V^2O^4), 5(SO^2Li^2O), 8H^2O.$$

CHIMIE. — *Sur le séléniure de plomb.* Note de M. H. Pélabon, présentée par M. D. Gernez.

Le plomb se combine directement avec le sélénium et le composé obtenu peut former avec un excès du métal ou un excès du métalloïde des mélanges homogènes. Nous nous sommes proposé d'étudier la fusibilité de ces mélanges.

Les résultats trouvés permettent de construire la courbe de fusibilité; il suffit pour cela de porter en abscisses les valeurs R du rapport de la masse de sélénium à la masse totale du mélange (R est exprimé en centièmes) et en ordonnées les valeurs correspondantes de la température de solidification commençante du mélange préalablement amené à l'état liquide.

Une faible quantité de sélénium, ajoutée au plomb, élève sensiblement la température de la solidification commençante. Ainsi, tandis que le plomb pur se solidifie vers 325°, le mélange de ce métal et de 2 pour 100 de sélénium se solidifie à 745°, le mélange de 4,5 pour 100 de sélénium commence à se solidifier à 830°. Quant à la température de la solidification finissante, elle est, avec ces mélanges, toujours égale à 325°. La courbe de fusibilité s'élève donc très rapidement à partir du point de fusion du plomb pur.

Si R dépasse la valeur 5 et continue à croître, la température de solidification des

mélanges correspondants croît elle-même régulièrement jusqu'à atteindre la valeur maxima 1065° pour R voisin de 27. Cette température représente le point de fusion du séléniure de plomb PbSe; en effet, pour ce composé, R = 27,62.

Quand la teneur en sélénium varie depuis 0 jusqu'à 27 pour 100, le liquide qui provient de la fusion des deux corps, est un mélange homogène de séléniure de plomb et de plomb métallique.

Les mélanges qui renferment plus de 1at de sélénium pour 1at de plomb perdent facilement du sélénium quand on les chauffe; il faut, dans ce cas, déterminer par l'analyse la composition du mélange après avoir étudié sa vitesse de refroidissement. La température de la solidification commençante baisse rapidement, en même temps que la teneur en sélénium augmente, puis elle conserve une valeur constante 673° pour toutes les valeurs du rapport R supérieures à 45. La courbe de fusibilité se rapproche assez rapidement de l'axe des abscisses pour venir se raccorder, à partir du point dont les coordonnées sont R = 45, T = 673°, avec une droite parallèle à l'axe des abscisses. Pour tous les mélanges dans lesquels la teneur en sélénium est comprise entre 27 pour 100 et 45 pour 100, la température de la solidification finissante est voisine de 673°.

Quand la proportion de sélénium dépasse 45 pour 100, le liquide se sépare en deux couches superposées. Le liquide le plus dense, qui se solidifie à 673°, donne naissance à un solide gris noir à cassure lamelleuse, celui qui le recouvre est du sélénium pur dont le point de solidification est bien inférieur; entre 300° et 600° on peut donc séparer facilement les deux corps par décantation. Dans le sélénium ainsi séparé nous n'avons trouvé aucune trace de plomb.

Si l'on remarque que la valeur du rapport R relative au mélange de 1at de plomb et de 2at de sélénium est 43,35, nombre voisin de 45, on est en droit de se demander si le liquide qui se solidifie toujours à 673° n'est pas le composé $PbSe^2$, stable seulement en présence d'un excès de sélénium liquide.

L'analyse montre que la composition de ce liquide n'est pas exactement celle qui correspond à la formule $PbSe^2$; en réalité il y a toujours un léger excès de sélénium. Deux échantillons choisis au centre de la masse solidifiée nous ont donné les nombres suivants pour la teneur en sélénium : 46,01 pour 100 et 46,33 pour 100, soit en moyenne 46,17 au lieu de 43,35 qui correspondrait au composé $PbSe^2$.

Il semble plutôt que le liquide dont il s'agit soit une solution saturante de sélénium dans le protoséléniure PbSe; en effet, quand on le laisse se solidifier dans le vide, du sélénium en vapeur s'échappe vivement de la masse, il se produit un bouillonnement avec projection de matière sur les parois du tube.

Si la solidification s'effectue en présence d'un gaz inerte sous la pression atmosphérique on obtient un solide gris noir qui, examiné au microscope,

ne paraît pas homogène, il renferme du sélénium libre. Chauffé, ce corps perd déjà du sélénium avant de fondre, il cesse de se décomposer quand il constitue le composé PbSe. Le même corps, finement pulvérisé et traité par une solution concentrée et chaude de cyanure de potassium, cède tout le sélénium libre qui forme du séléniocyanure; le résidu a pour composition PbSe.

D'après cela, quand la teneur en sélénium est comprise entre 27 pour 100 et 46 pour 100, le liquide qui provient de la fusion des deux corps est un mélange de protoséléniure de plomb et de sélénium. Par refroidissement le séléniure se dépose d'abord, puis, quand le liquide restant forme une solution saturante de sélénium dans le protoséléniure, il se solidifie à la température constante 673° en se séparant du sélénium en excès.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les éthers méthyliques des allyl et propargylcarbinols.* Note de M. **Lespieau**, présentée par M. Haller.

M. Wagner a réussi à préparer l'allylcarbinol en faisant un mélange d'iodure d'allyle et de trioxyméthylène, abandonnant ce mélange trois mois à lui-même, puis le soumettant à l'action du zinc. Mais, outre que ce procédé est long à mettre en pratique, il ne fournit que de faibles rendements; j'ai cherché à voir s'il ne serait pas plus avantageux, pour arriver audit alcool, d'utiliser le dérivé magnésien du bromure d'allyle.

M. Grignard a depuis longtemps signalé que ce dérivé n'est point de même nature que ceux obtenus en partant d'un bromure organique saturé; sa formule est autre, $C^6H^{10}Br^2Mg$ au lieu de $C^3H^5.MgBr$, et sa constitution paraît assez complexe. Néanmoins j'ai pu, grâce à lui, obtenir les éthers méthyliques de l'allylcarbinol, des bromo 1 ou 2, buténols 4 et du butine 1-ol 4.

Dans un ballon, contenant 12g de magnésium baignés d'éther sec, on fait tomber 6g de bromure d'allyle; la réaction s'amorce, puis elle se ralentit au bout de quelque temps; on ajoute alors 4g d'éther chlorométhylique, puis aussitôt après 6g de bromure d'allyle, et l'on continue comme au début, en s'arrêtant quand on a introduit ainsi 60g du composé bromé et 40g du composé chloré.

Si, dans le cours de l'opération, on observe un ralentissement par trop considérable, il faut brasser énergiquement la masse pâteuse, contenue dans le ballon, à l'aide d'un agitateur convenablement disposé. Dans ces conditions, les 12g de magnésium disparaissent complètement. On ajoute alors de l'eau et l'on distille d'abord au bain-marie, puis ensuite à feu nu.

Ce qui passe au bain-marie est un mélange d'éther ordinaire, de biallyle et du corps $CH^2 = CH - CH^2 - CH^2OCH^3$ (environ 4g,5 de biallyle et 14g d'éther non saturé); il est à peu près impossible d'arriver à séparer complètement le biallyle de l'éther éthylénique par distillation fractionnée; celle-ci fournit bien un liquide passant de 66° à 69°, mais c'est encore un mélange; aussi est-il préférable, en vue d'obtenir des composés bien définis, d'utiliser les produits d'addition bromés. A cet effet, on ajoute du brome au liquide qui a passé quand on a chauffé au bain-marie, jusqu'à coloration rouge persistante; en distillant à nouveau, on sépare facilement l'éther

$$CH^2Br - CHBr - CH^2 - CH^2OCH^3,$$

qui passe à 90° sous 13mm, du tétrabromure de biallyle qui passe à 180° sous la même pression. (On sait qu'on connaît deux tétrabromures de biallyle, celui obtenu ici est celui qui fond à 60°.)

L'éther $CH^2Br - CHBr - CH^2 - CH^2OCH^3$ bout à 90°-91° sous 13mm, 101°-102° sous 25mm et 209°-211° avec décomposition sous 760mm. Sa densité à 0° égale 1,811. Sous l'action de l'acide bromhydrique il fournit le dibromobutanol qui lui correspond et qui bout à 130° sous 16mm; traité par la poudre de zinc et l'alcool il perd ses deux atomes de brome; en réagissant sur l'éthylate de sodium il conduit aux deux éthers bromés non saturés qui suivent :

L'éther $CH^2 = CBr - CH^2 - CH^2OCH^3$ bout à 142°-143° sous 760mm, sa densité à 0° égale 1,356.

L'éther $CHBr = CH - CH^2 - CH^2OCH^3$ bout à 149°-151° sous 760mm, sa densité à 0° égale 1,358.

Ces deux corps prennent naissance en quantité à peu près égale; ils sont assez sujets à absorber de la vapeur d'eau et à perdre un peu d'acide bromhydrique, le second surtout. Ces deux éthers, traités par la potasse ordinaire ou mieux par la potasse alcoolique, fournissent tous deux le composé acétylénique vrai qui suit.

L'éther $CH \equiv C - CH^2 - CH^2OCH^3$, régénéré du précipité jaune qu'il donne avec le chlorure cuivreux ammoniacal, bout à 86°-87° sous 760mm. Sa densité à 0° égale 0,8579.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau principe cristallisé de la Kola fraîche.* Note de M. **Goris**, présentée par M. Guignard.

Jusqu'ici, on n'a jamais pu isoler des noix de Kola fraîches ou sèches que deux composés chimiques bien définis, la caféine et une petite quantité de théobromine, appartenant tous deux à la série des bases xanthiques.

Par un procédé spécial, il est cependant possible d'extraire des noix de Kola fraîches un principe cristallisé, que ses réactions font placer près du groupe des tanins et auquel nous donnons le nom de *kolatine*. On l'obtient de la manière suivante :

Les noix de Kola fraîches sont divisées, puis jetées au fur et à mesure de leur sectionnement dans de l'alcool à 95° bouillant, et l'on maintient l'ébullition une demi-heure après la dernière addition. Le liquide alcoolique est recueilli et les noix de Kola, dans lesquelles les ferments ont été détruits, sont pulvérisées et épuisées à deux reprises, par une nouvelle quantité d'alcool.

Les solutions alcooliques filtrées, distillées dans le vide, jusqu'à consistance sirupeuse, sans addition de carbonate de chaux (les rendements étant meilleurs en gardant l'acidité naturelle des liqueurs alcooliques), fournissent une colature, qu'on introduit alors dans une ampoule à décantation avec du chloroforme. Ce solvant dissout la caféine à l'état libre et une substance résineuse qui nuit à la cristallisation du corps que l'on veut obtenir. On décante et l'on continue les épuisements jusqu'à ce que le chloroforme ne se colore plus en jaune, ce qui demande trois ou quatre opérations. Finalement on laisse un excès de chloroforme en contact avec la colature et l'on abandonne le tout au frais. Au bout d'un nombre de jours variable, des cristaux apparaissent dans le liquide sirupeux, qui, très rapidement alors, se prend en une masse blanchâtre cristalline. On filtre à la trompe et on lave avec de l'eau légèrement alcoolisée. Le gâteau de cristaux blancs, après dessiccation dans le vide sulfurique, est pulvérisé, épuisé à plusieurs reprises par le chloroforme bouillant, qui enlève très peu de caféine. On le redissout ensuite au bain-marie dans de l'alcool à 30° et l'on abandonne à la cristallisation, sous la cloche sulfurique. Ce corps blanc, cristallisé, est très probablement *une combinaison faible de caféine et de kolatine*. Pour en extraire la kolatine on le dissout, à chaud, dans une petite quantité d'eau et l'on épuise ensuite en *milieu aqueux* par du chloroforme, jusqu'à ce que ce dernier n'enlève plus trace de caféine. La solution aqueuse, placée dans le vide sulfurique, ne tarde pas à donner des cristaux de kolatine.

Dans la première partie de la préparation, le traitement par l'alcool a pour but, en tuant les ferments, d'obtenir un produit dans lequel il ne se forme plus de réactions secondaires; mais l'emploi des noix fraîches, qui contiennent jusqu'à 60 pour 100 d'eau, offre l'inconvénient d'amener une trop grande dilution des solutions alcooliques, ce qui rend le traitement ultérieur plus délicat. En outre, il est difficile d'avoir constamment, et en bon état, à sa disposition, des noix fraîches, en vue d'essais à effectuer ou d'expériences à contrôler. Pour obvier à cet inconvénient, nous préparons *des noix de Kola stérilisées*, par chauffage de 10 minutes à 105° à l'autoclave. Les noix séchées, puis pulvérisées après ce traitement, constituent une matière première de composition identique à celle des noix fraîches, dans laquelle les ferments sont détruits et les principes actifs peu ou pas altérés.

Pour en extraire la kolatine, il suffit d'épuiser, par de l'alcool à 80° à chaud, ou mieux encore, à froid par lixiviation, de distiller dans le vide le liquide alcoolique jusqu'à consistance sirupeuse, et de terminer comme précédemment.

La kolatine est un composé phénolique de formule $C^8H^{10}O^4$; elle cristallise en aiguilles prismatiques. Dans de certaines conditions, sur lesquelles nous reviendrons, elle s'oxyde en donnant une poudre rouge insoluble (rouge de Kola). Ajoutons que cette substance phénolique dissout la caféine à la façon du benzoate et du salicylate de soude, mais dans de moins grandes proportions.

Les noix de Kola sèches, entières ou pulvérisées, et les extraits pharmaceutiques actuellement employés en thérapeutique ne renferment plus la kolatine, qui disparaît pendant la dessiccation de la graine.

La poudre de noix de Kola stérilisée donne 15g par kilogramme de la combinaison kolatine-caféine; or, la noix de Kola renferme de 50 à 60 pour 100 d'eau, c'est donc un rendement moyen de 6g à 7g,5 pour 100, en composé caféinique, d'où l'on peut retirer environ la moitié de kolatine.

Les noix fraîches ou stérilisées, de même que la combinaison kolatine-caféine, ne cèdent au chloroforme que des traces de caféine, tandis que la présence de l'eau (dont l'action se fait sentir aussi bien sur la noix fraîche que sur le composé isolé) amène une dissociation, qui a pour résultat de mettre en liberté la caféine, qui entre alors en dissolution dans le chloroforme.

Dans l'état actuel de nos recherches, il ne nous est pas encore possible de dire si le composé caféinique en question existe sous cette forme dans la noix de Kola fraîche.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présure du figuier* (Ficus carica). Note de M. A. BRIOT, présentée par M. E. Roux.

La propriété du suc de figuier de coaguler le lait est connue depuis fort longtemps. Mais la première étude complète de ce labferment a été publiée récemment par MM. Chodat et Rouge [1]. Des conclusions de ces auteurs,

(1) R. CHODAT et E. ROUGE, *La sycochymase ou labferment du* Ficus carica (*Centralblatt für Bakter.*, II. Abt., Band XVI, p. 1 à 9).

nous retiendrons surtout le fait que ce ferment agit mieux sur le lait bouilli que sur le lait cru, ce qui le distingue nettement de la présure animale.

J'ai cherché à approfondir ce fait et suis arrivé aux conclusions suivantes : *La coagulation du lait frais par le suc de figuier est retardée ou empêchée par l'existence dans ce lait d'une antiprésure. La chaleur détruisant cet antiferment, le lait bouilli se trouve de ce fait plus facilement coagulable que le lait frais.*

J'ai déduit ces conclusions de deux séries d'observations que j'ai faites :

1° On chauffe des échantillons de lait de vache à diverses températures et pendant des temps variables, et l'on essaye la coagulation de ces échantillons par le suc de figuier, comparativement avec celle du lait frais et du lait bouilli. On constate que du lait chauffé 4 heures à 62°-65° se coagule encore dans les mêmes conditions que du lait frais. Le lait chauffé 15 minutes à 70° est déjà aussi sensible au suc de Figuier que e lait bouilli.

A des températures supérieures à 70°, il faut un temps beaucoup moindre pour amener le lait à la même sensibilité que le lait bouilli. Ainsi, 70° est la température critique pour le lait vis-à-vis du suc de figuier. Or, à cette température, le lait n'a pas encore subi l'altération qui le rend moins sensible à la présure ordinaire. Il faut atteindre 80° pour que la caséine subisse cette modification, qui est accompagnée du phénomène de production de pellicules à la surface du liquide.

Pour mettre en évidence ces phénomènes, j'ai opéré les essais de coagulation à des températures voisines de 53° avec un suc de figuier obtenu par macération de rameaux découpés en rondelles dans de l'eau fortement salée. J'obtenais un suc d'une activité assez grande. 1^{cm^3} coagulait 10^{cm^3} de lait en 5 minutes. Je me suis astreint à faire les coagulations dans des temps plus longs que MM. Chodat et Rouge.

2° On sait que le sérum normal du cheval renferme un antiferment empêchant l'action de la présure animale. Ce même sérum empêche également la coagulation du lait bouilli par le suc de figuier. Cette action du sérum est supprimée par chauffage préalable à 62°.

Du sérum qui m'a servi dans les expériences il fallait environ $0^{cm^3},4$ pour annihiler 1^{cm^3} de la solution du suc de figuier qui coagulait 10^{cm^3} de lait bouilli en 5 minutes. Cette même dose de sérum annihilait une quantité de présure animale susceptible de coaguler 10^{cm^3} de lait en 4 minutes. Les pouvoir antiprésurant sur le ferment animal et sur le ferment végétal sont de même ordre de grandeur.

Si l'on se rappelle les expériences de Morgenroth sur le passage de l'antiprésure dans le lait de chèvre, celles de Ernst Moro qui mettent en évidence l'antilab dans le lait de femme, nous sommes en droit de dire que dans le lait se trouve également l'antiferment du suc de figuier.

Au jour de cette interprétation, s'expliquent très bien un certain nombre de particularités qu'ont signalées Chodat et Rouge qu'à partir de

70° les deux laits cru et stérilisé, sont coagulés dans les mêmes temps, et que par le chauffage le ferment reste plus longtemps actif vis-à-vis du lait bouilli que du lait cru, sans qu'il soit besoin de faire intervenir l'hypothèse de deux labferments différents dans le suc du figuier. De même, lorsque les masses de ferment mises en contact avec les laits cru ou bouilli sont suffisamment fortes, les coagulations se produisent presque en même temps, parce que la faible dose de ferment annihilée par l'antilab du lait est insignifiante vis-à-vis de la masse totale.

MÉCANIQUE AGRICOLE. — *Mesure du travail mécanique fourni par les bœufs de race d'Aubrac.* Note de M. **Ringelmann**, présentée par M. Müntz.

Dans une Note antérieure [1] nous avons exposé une méthode permettant de classer rapidement, au point de vue de la puissance, des moteurs animés comparables entre eux comme espèce, race, âge et harnachement, et nous avons donné les principaux résultats constatés à nos essais de Limoges (30 septembre 1905), sur 29 paires de bœufs de travail de la race limousine.

Un concours analogue, organisé à Rodez le 17 mai 1907, par la Société centrale d'Agriculture de l'Aveyron, portait sur des bœufs de travail de la race pure d'Aubrac; nous fûmes chargés des expériences qui ont été effectuées avec le matériel et les aides de la Station d'Essais de Machines.

Comme le travail mécanique fourni pratiquement par un animal, ou par une paire d'animaux, est dans un rapport constant avec l'*effort maximum* F que l'attelage est capable de fournir pendant un temps très court, sans déplacement appréciable, et la *vitesse maximum* V qu'il peut prendre sur un parcours horizontal d'une cinquantaine de mètres, sans avoir besoin de fournir un effort de traction, le classement peut s'effectuer sur le produit F. V, d'une façon indépendante des coefficients à appliquer. En pratique, d'après nos essais antérieurs, pour les bœufs, l'*effort moyen* qu'ils peuvent donner en travail courant est le quart de l'effort maximum, et la *vitesse moyenne* est le tiers de la vitesse maximum qu'ils peuvent prendre dans les conditions ci-dessus.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 628.

Nos essais de Rodez ont porté sur 26 paires de bœufs, et nous donnons, dans le Tableau suivant, quelques exemples des résultats constatés :

Age approximatif.		Taille au garrot.		Poids de la paire de bœufs avec le joug (kilog.).	Effort maximum développé (en kilog.).	Vitesse maximum (sans effort de traction) (mètres par seconde).
Bœuf de gauche.	Bœuf de droite.	Bœuf de gauche.	Bœuf de droite.			
ans	ans	m	m	kg	kg	m
3 ½	3	1,32	1,36	1120	790	1,960
4	4	1,42	1,43	1275	690	2,240
4	4	1,44	1,42	1210	856	1,785
8	8	1,49	1,43	1570	1020	1,801
7	7	1,49	1,50	1600	1060	1,680
6	5	1,51	1,45	1450	960	1,834
7	7	1,43	1,42	1355	980	1,752
7	7	1,44	1,48	1525	1064	1,612
5	5	1,42	1,43	1440	900	1,768
6 ½	6 ½	1,43	1,44	1348	900	1,738

Les chiffres pratiques à tirer de ces expériences sont résumés ci-dessous (ils sont applicables pour un temps utile de travail de 45 minutes par heure) :

	Bœufs	
	n'ayant pas toutes leurs dents de remplacement.	ayant toutes leurs dents de remplacement.
Effort moyen développé, en kilog.........	154^{kg} à 227^{kg}	162^{kg} à 266^{kg}
Vitesse moyenne, en mètre par seconde...	0^{m},50-0^{m},74	0^{m},45-0^{m},64

Les animaux de la première catégorie (n'ayant pas encore toutes leurs dents de remplacement) étaient relativement plus puissants que ceux de la seconde; une paire de jeunes bœufs (3 ans et 3 ans et demi), pesant 1120^{kg}, était capable de fournir, en travail normal, un effort moyen de 197^{kg} à une vitesse moyenne de 0^{m},65 par seconde, soit une puissance mécanique utilisable de 128^{kgm} par seconde, ou presque 1 et $\frac{3}{4}$ de cheval-vapeur.

La plus forte paire de bœufs (8 ans), pesant 1570^{kg}, était capable de fournir, en travail normal, un effort moyen de 255^{kg} à une vitesse moyenne de 0^{m},60 par seconde, soit une puissance mécanique utilisable de 153^{kgm} par seconde, c'est-à-dire un peu plus de 2 chevaux-vapeur.

Si l'on tient compte que les animaux présentés au concours de Rodez venaient de passer très difficilement l'hiver par suite de la pénurie des

fourrages, et qu'ils étaient fatigués par les travaux de printemps, on voit que les bœufs de la race d'Aubrac sont de très bons animaux de travail.

ZOOLOGIE. — *Sur la gibbosité frontale chez les Poissons du genre* Ptychochromis. Note de M. **Jacques Pellegrin**, présentée par M. Edmond Perrier.

On voit parfois certains spécimens de Poissons munis d'une bosse plus ou moins volumineuse qui commence, en général, au niveau des yeux et peut se prolonger sur la nuque, jusqu'au premier rayon de la dorsale. Cette tumeur recouverte par des écailles est de consistance molle; sa forme et ses dimensions sont des plus variables, mais sa présence donne toujours à la physionomie de l'individu qui en est porteur un aspect bizarre, qui ne manque pas de frapper l'observateur.

C'est principalement chez les Acanthoptérygiens pharyngognathes, surtout dans la famille des Labridés et celle des Cichlidés, que l'on rencontre des Poissons à protubérance frontale, mais cette particularité n'est pas spéciale à ce groupe; on la retrouve aussi chez d'autres Acanthoptérygiens.

Chez les Cichlidés, la gibbosité frontale s'observe principalement dans les genres africains *Lamprologus, Steatocranus, Paratilapia* et surtout dans le genre américain *Geophagus*. Toutefois, elle est très inégalement répartie suivant les espèces; c'est ainsi qu'elle ne paraît pas se rencontrer chez le *Geophagus surinamensis* Bloch ([1]), tandis qu'au contraire elle est extrêmement fréquente, habituelle même pourrait-on dire, chez le *G. brasiliensis* Quoy et Gaimard, où Agassiz ([2]) et Steindachner ([3]) la considèrent comme un des attributs des adultes mâles.

Grâce surtout aux riches matériaux fournis récemment au Muséum de Paris par M. Geay et par l'Exposition coloniale de Marseille, j'ai pu examiner la gibbosité frontale sur un lot assez considérable de Cichlidés de Madagascar du genre *Ptychochromis*. Ce genre, voisin des *Tilapia* africains, est spécial aux eaux douces de la grande île. L'espèce typique est le *Ptycho-*

([1]) J. Pellegrin, *Mém. Soc. Zool. Fr.*, t. XVI, 1903, p. 122.
([2]) Louis Agassiz, *Voyage au Brésil*, 1869, p. 224.
([3]) Steindachner, *Sitz. Akad. Wiss. Wien*, t. LXX, 1874, p. 511.

chromis oligacanthus Bleeker, fondé sur des formes jeunes. On peut y ramener le *P. Grandidieri* Sauvage et le *P. madagascariensis* Sauvage, qui représentent des adultes. Le *Ptychochromis betsileanus* Boulenger paraît devoir constituer une seconde espèce distincte s'écartant légèrement par les formules des nageoires ([1]).

Voici les constatations concernant la gibbosité frontale que j'ai pu faire sur une soixantaine d'individus de toutes tailles appartenant à ces deux espèces, où cette particularité n'avait pas encore été étudiée.

Chez le *Ptychochromis oligacanthus* Bleeker, les jeunes observés à partir d'une longueur de 45^{mm} ont le profil oblique, fuyant, non relevé, sans jamais aucune trace de gibbosité en avant des yeux. L'aspect reste le même chez les femelles de toutes dimensions. Une femelle adulte de 212^{mm}, à ovaires mûrs, gonflés d'ovules, a encore le profil complètement fuyant.

Parfois mais rarement, vers 150^{mm}, chez certains spécimens, la crête osseuse occipitale, très saillante, bombe le profil assez nettement, tandis qu'apparaît une très faible gibbosité, qui va en s'accentuant légèrement chez les sujets plus âgés, mais sans jamais atteindre des proportions volumineuses sur les individus observés. L'état de conservation ne permet pas l'examen des organes génitaux, mais l'aspect extérieur indique des mâles (nageoires molles impaires prolongées, corps élevé, etc.).

Chez le *Ptychochromis betsileanus* Boulenger, à 120^{mm}, la gibbosité n'existe pas encore, le profil est simplement bombé. Elle commence à apparaître vers 140^{mm}; elle est déjà extrêmement marquée sur des sujets de 170^{mm}; elle s'accroît ensuite à peu près régulièrement avec les dimensions des spécimens examinés et, chez les vieux individus de 250^{mm} et 270^{mm} de longueur, elle atteint des proportions considérables. Elle débute alors au niveau du bord antérieur de l'œil, s'élève verticalement à une hauteur de 20^{mm} environ, se recourbe en arrière et se termine au premier rayon épineux de la dorsale.

La gibbosité est formée de tissu conjonctif surchargé de graisse; elle surmonte la crête occipitale assez forte, et la déborde largement à droite et à gauche.

L'examen des glandes génitales de ces vieux spécimens à gibbosité frontale très accusée a *toujours* montré des mâles à testicules réduits, non arrivés à l'état de maturité.

Les faits précédents s'accordent avec ceux observés déjà chez les *Geophagus* américains.

Ils montrent que dans le genre *Ptychochromis* la gibbosité frontale, peu

([1]) Les nombres de la série examinée par moi sont les suivants :
Ptychochromis oligacanthus. Dorsale : XIII-XIV 11-12; *Anale :* III 8-9.
Ptychochromis betsileanus. Dorsale : XIII-XIV 12-14; *Anale :* III 10-12.

prononcée chez le *P. oligacanthus* Bleeker, atteint, au contraire, de grandes dimensions chez le *P. betsileanus* Boulenger.

Cette protubérance n'existe jamais chez les jeunes et paraît spéciale au sexe mâle. Elle est toujours relativement beaucoup plus volumineuse chez les vieux individus. Elle présente sans doute son maximum de développement en dehors de la période de maturité sexuelle, ce qui confirmerait la manière de voir d'Agassiz, d'après laquelle elle serait plus ou moins transitoire et précéderait la période du frai, fournissant les matériaux de réserve nécessaire à l'accroissement des glandes génitales.

ZOOLOGIE. — *Sur la durée de la vie larvaire des Eucyphotes.* Note (¹) de M. **H. Coutière**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

On n'a suivi, ou reconstitué, la vie larvaire des Crustacés Eucyphotes que sur quelques espèces des genres *Atyephyra, Palæmonetes, Leander, Crangon, Alpheus, Pandalus*. Elle paraît comporter 5 à 8 mues, au cours desquelles se place un stade *mysis*. Le jeune, avec ses appendices de forme caractéristique, mesure 6^{mm} au plus.

Ce mode de développement ne paraît plus pouvoir être étendu à la généralité des espèces. Les recherches océanographiques ont singulièrement élargi la difficulté et l'intérêt de la question en faisant connaître toute une série de larves *mysis* d'Eucyphotes, dont la taille s'échelonne entre 6^{mm} et 53^{mm}, sans que l'aspect morphologique soit modifié dans ses traits essentiels, même chez les larves les plus *géantes*.

Ces formes ont été recueillies d'abord par le *Challenger* (12 genres, 25 espèces, 30 spécimens environ, mesurant de 6^{mm} à 17^{mm}), par le *Plankton Expedition* (9 genres nouveaux avec 14 espèces, 50 spécimens environ, mesurant de 5^{mm} à 53^{mm}).

Les matériaux recueillis par S. A. S. le Prince de Monaco ont augmenté cette liste de 14 espèces encore, avec 23 spécimens, ceux dus à l'expédition antarctique suédoise de 3 espèces avec 12 spécimens. Je les ai fait entrer autant que possible dans les genres déjà connus, dont les noms sont destinés à désigner par la suite de simples stades de dévoppement, comme il est advenu pour les genres *Zoé, Megalopa, Erichtus*, etc.

(¹) Présentée dans la séance du 21 mai 1907.

Il résulte de l'étude de ces formes que la vie larvaire, entre la *Zoé* originelle et le jeune reconnaissable, peut avoir chez les Eucyphotes une durée extrêmement variable, chaque espèce différant de ses voisines sous ce rapport.

Ces variations peuvent être établies dans les familles énumérées ci-après, mais il faut mettre à part les Hoplophoridæ dont les larves ont des exopodites sur toutes les pattes thoraciques et surtout une palpe sur la mandibule, de si bonne heure que peut-être on en trouverait trace chez les *Zoés*, si elles étaient connues. Mais ces caractères persistant à tout âge, la durée de la vie larvaire n'a pas de limites tranchées. Comparées aux suivantes, ces larves rappellent les Insectes amétaboliens (diverses espèces de *Caricyphus*, *Bentheocaris* Bate).

Pasiphæidæ. — La mandibule des larves est sans palpe, et il en sera de même désormais, sans exception, que les formes adultes possèdent ou non cet appendice. Les exopodites sont également présents sur tous les péréiopodes, dont les dernières paires sont plus réduites (quelques espèces de *Caricyphus* Bate, *Anisocaris* Ortmann).

Pandalidæ et Thalassocaridæ. — G.-O. Sars a noté déjà que la larve du *Pandalus borealis* mesure 13^{mm}, le plus petit connu des jeunes de l'espèce mesurant 17^{mm}. Ces deux familles, ou tribus d'une même famille, présentent des cas bien plus typiques encore. Chez les espèces aux stades *Eretmocaris* (derniers péréiopodes renflés à l'extrémité), *Icotopus* (tous les péréiopodes simples et semblables), *Kyptocaris* ou *Oligocaris* (pinces de la deuxième paire présentes), l'apparition des caractères ci-dessus peut se faire après un temps très variable : l'*Icotopus arcurostris* Bate mesure 10^{mm}, l'*I. amplissimus* (coll. du Prince de Monaco), la plus grande larve connue d'Eucyphote, mesure sans le rostre $32^{mm},8$ (43^{mm} en tout). Dans le seul genre *Alantocaris* Ortmann ($32^{mm},2$ sans le rostre, 53^{mm} en tout chez l'*A. gigas*) on trouve, suivant la taille ou l'espèce, 0, 1, 2 paires de pinces. Les *Procletes* Bate seraient des *Atlantocaris* encore dépourvus de pinces.

Hippolytidæ. — Deux espèces de *Caricyphus* que j'ai décrites appartiennent à deux genres distincts de cette famille. L'une d'elles, *C. bigibbosus,* qui atteint 40^{mm}, est à peu près identique aux *Chorismus* Bate.

Alpheidæ. — Grâce à l'observation de S. Lo Bianco, qui a pu suivre l'entier développement de l'*Alpheus ruber,* il est permis de parler d'Alpheidæ aux stades *Diaphoropus, Anebocaris, Parathanas.* On connaît des Alphées dont le jeune mesure 5^{mm} (Brooks et Herrick), d'autres cas où la larve *Anebocaris* mesure $6^{mm},4$ au moins (*A. ruber*), 9^{mm}, 13^{mm} et même 17^{mm}. Cette dernière dimension existe chez une larve qui me paraît être un stade avancé du *Diaphoropus versipellis* Bate. Dans d'autres cas, le stade *Parathanas,* plus parfait que les précédents, mesure seulement 6^{mm}. C'est dans cette famille que l'on peut établir l'une des séries les moins incomplètes.

Palemonidæ. — Les larves *Coronocaris, Mesocaris, Retrocaris* Ortmann. Des *Retrocaris* très petits, que j'ai étudiés, rappellent les *Campylonotus* adultes. L'espèce

R. contraria mesure 16^{mm}. Un *Periclimenes* mesurant 26^{mm} m'a montré le passage à l'adulte non encore effectué complètement, les exopodites existant encore. Peut-être les *Bresilia* Calman présentent-ils un cas analogue.

Nikidæ.— Les *Hectarthropus* Bate, dont tous les appendices sont simples à la taille de 7^{mm} à 11^{mm}, se trouvent posséder, à une taille de 16^{mm}, les pattes caractéristiques des *Nika*.

J'ai exposé ces faits suivant l'une des conceptions que l'on peut s'en faire, à savoir : que les variations énormes dans la taille des larves et, par suite, dans la durée probable de la vie larvaire, sont des différences entre espèces d'une même famille. Ces larves finiraient par aboutir à la forme adulte et rappelleraient la longue série des formes larvaires des Euphausidæ, où la mandibule, par une analogie remarquable, est d'abord simple et n'acquiert un palpe que secondairement.

Mais, devant l'extrême rareté de ces formes, leur capture isolée, la difficulté de les rapporter à des genres connus, les progrès très peu sensibles de leurs appendices à des tailles très différentes, on peut se demander si ces larves géantes ne sont pas, dans une espèce donnée, le fait d'une déviation du développement normal.

La suite logique de cette hypothèse est la question de savoir si ces larves atteignent toujours l'état adulte, et si les plus grandes d'entre elles, tout au moins, ne finissent pas par disparaître avant, soit parce qu'elles ont attendu vainement quelque condition extérieure nécessaire à leur transformation, soit parce qu'elles sont originellement monstrueuses, au point de vue des ébauches de leurs glandes génitales, par exemple. La vérification de ce dernier point serait du plus haut intérêt, s'il était possible de disposer d'un matériel plus abondant que les rarissimes et précieux spécimens actuels.

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *Résultats fournis par la réalisation complète des conditions physiologiques auxquelles doivent satisfaire les appareils respiratoires pour permettre sans danger le séjour et le travail de l'homme dans les atmosphères irrespirables.* Note (1) de **M. J. Tissot**, présentée par M. A. Chauveau.

Pour que les appareils respiratoires puissent rendre les services qu'on attend d'eux, il faut qu'ils laissent au sauveteur sa respiration parfaite-

(1) Présentée dans la séance du 21 mai 1907.

ment normale, physiologique et une capacité de travail entière, normale. Ce résultat ne peut être atteint que si aucune des conditions physiologiques de la respiration normale n'est modifiée par les appareils. L'inobservation de ce principe élémentaire expose les appareils respiratoires à ne pas posséder la première des qualités requises, celle d'être inoffensifs. L'expérience a démontré que souvent ils ne le sont pas.

De longues études physiologiques sur la question, poursuivies depuis quinze ans dans le laboratoire de M. Chauveau, m'ont amené à conclure que, pour donner à l'homme une sécurité complète, lui laisser sa respiration normale et sa capacité de travail habituelle, les appareils respiratoires doivent remplir les conditions suivantes :

A. *Au point de vue de la mécanique respiratoire.* — 1° Utiliser la respiration nasale; la respiration buccale est anormale, très fatigante. C'est un point depuis longtemps établi par M. Chauveau.

2° Éviter toutes les nombreuses causes qui déterminent une modification perceptible de la pression normale de l'air expiré ou inspiré, telles que l'étroitesse des tubes, les rétrécissements, etc. Les soupapes d'échappement, qui portent à une valeur minima de 25^{mm} d'eau la pression normalement presque nulle de l'air expiré à sa sortie des voies respiratoires, rendent la respiration difficile.

B. *Au point de vue du chimisme respiratoire.* — 1° Posséder un mécanisme spécial destiné à séparer les courants inspiratoire et expiratoire à la *sortie des narines;*

2° Ne comprendre qu'un espace très réduit entre l'orifice des narines et le lieu où doit s'effectuer la séparation parfaite des courants expiratoire et inspiratoire. Les appareils à casque sont défectueux sur ce point;

3° Réaliser l'absorption à peu près complète et instantanée de l'acide carbonique. Cette absorption ne peut être réalisée ainsi que par une solution de potasse qui a en outre l'avantage d'éviter en grande partie l'échauffement de l'air produit par la potasse solide. Celle-ci, qui absorbe bien au début, absorbe mal par la suite, surtout lors de la production abondante d'acide carbonique par le travail musculaire;

4° Fournir en quantité toujours suffisante, surtout pendant le travail, de l'air contenant toujours une proportion d'oxygène au moins égale à celle de l'atmosphère ordinaire.

C. *Au point de vue de la sécurité de l'homme.* — 1° Etre absolument hermétiques. Cette qualité doit être vérifiée par une épreuve d'une gravité

exceptionnelle, celle du séjour prolongé dans une atmosphère de gaz d'éclairage totalement exempt d'air; cette épreuve serait dangereuse avec les appareils à casque qui ne sont pas hermétiques;

2° Réaliser de façon parfaite l'absorption de l'acide carbonique et l'apport d'oxygène en quantité suffisante;

3° Être solides et sans organes compliqués.

D. *Au point de vue de leur rendement :*

1° Permettre un séjour aussi prolongé que possible dans les atmosphères irrespirables;

2° Laisser au sauveteur sa capacité de travail habituelle;

3° Éviter le gaspillage de la provision d'oxygène et en tirer le maximum de rendement.

J'ai construit un appareil basé sur l'ensemble de ces principes. Voici les résultats qu'il a fournis :

Expérience I. — *Durée d'utilisation de l'appareil.* — Un sujet du poids de $78^{kg},500$ (sans l'appareil) marche de 1^h à $4^h 30^m$, muni de l'appareil, à l'allure de 5^{km} à l'heure, puis jusqu'à 6^h à l'allure de 2^{km} à 3^{km} à l'heure. L'air inspiré ne contenait après 3 heures 30 minutes d'expérience que $0^{cm^3},45$ pour 100 d'acide carbonique et $0^{cm^3},86$ pour 100 au bout de 5 heures. Il a été employé 1800^g de potasse et 280^l d'oxygène.

La respiration avait conservé, après 5 heures d'usage de l'appareil, son rythme et son amplitude parfaitement normale; le sujet n'éprouvait absolument aucune gêne respiratoire, ni aucune sensation désagréable en dehors de celle de la fatigue résultant de la marche.

Expérience II. — *Capacité du travail.* — Elle dure 3 heures. Le même sujet, muni de l'appareil, effectue 50 fois sans arrêt, de 2^h à $2^h 52^m$, l'ascension et la descente de l'escalier du laboratoire haut de $7^m,65$. De $2^h 52^m$ à 5^h, il effectue en 6 fois 37 nouvelles ascensions de l'escalier. Le défaut d'entraînement et la fatigue des membres inférieurs l'ont seuls empêché de faire plus. Pendant ces 3 heures, il a utilisé 300^l d'oxygène et 1800^g de potasse. Il a effectué pendant les 52 premières minutes $50 \times 7,65 \times 90,5 = 34616$ kilogrammètres en une seule fois, sans arrêt, travail positif seulement, soit l'ascension et la descente d'un escalier d'une hauteur de 383^m avec une charge de 13^{kg} sur le dos.

Pendant les 3 heures d'expérience, il a effectué $87 \times 7,65 \times 90,5 = 60232$ *kilogrammètres en travail positif seulement.* Il faudrait ajouter à ce travail tout le travail négatif accompli à la descente, travail fatigant et dont la dépense s'élève au moins aux $\frac{2}{3}$ de celle du travail positif; le travail total a consisté, en résumé, à effectuer l'ascension et la descente d'un escalier d'une hauteur de 666^m, avec une charge de $12^{kg},500$ sur le dos.

Pendant ces 3 heures d'expérience, le sujet n'a pas ressenti, à aucun moment, la moindre gêne respiratoire. La respiration avait conservé au bout de 3 heures

son rythme habituel et son amplitude normale; le cœur battait normalement. Le travail considérable effectué montre que le sujet avait sa capacité de travail habituelle.

Expérience III. — *Épreuve d'herméticité.* — L'expérience a été faite sur moi. Je me suis enfermé, muni de mon appareil, dans une petite pièce de 1^m de large, $1^m,70$ de long, et 3^m de haut, dont toutes les issues étaient soigneusement calfeutrées, sauf un orifice de 6^{cm} de diamètre pratiqué à la partie inférieure de la porte.

A 1^h50^m on ouvre largement deux conduites de gaz de 15^{mm}. Au bout de 10 minutes un cobaye introduit par l'orifice de la porte et placé à la hauteur du ventre tombe sur le flanc en 30 secondes et meurt. Les conduites de gaz restent ouvertes jusqu'à la fin de l'expérience, à 5^h50^m.

Je n'ai pas même perçu la moindre odeur de gaz d'éclairage et n'ai éprouvé aucune sensation anormale. *J'ai donc pu séjourner sans aucun danger, pendant 4 heures, à l'aide de mon appareil, dans un gaz extrêmement toxique, le gaz d'éclairage.*

Mon appareil était muni, pour cette expérience, d'un sac-réservoir à double paroi, en toile imperméable. Mais les expériences faites sur l'animal démontrent qu'un sac à simple paroi, bien que traversé par l'oxyde de carbone en vertu du phénomène de pénétration, n'en laisse passer qu'une quantité insuffisante pour élever la proportion de ce gaz dans le sang, au-dessus de $0^{cm^3},2$ pour 100^{cm^3} de sang chez un homme de 80^{kg}, proportion dont l'effet est nul.

PHYSIOLOGIE. — *Travail développé pendant la phonation.* Note de M. **Marage**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une Note présentée à l'Académie de Médecine (1) j'indiquais comment, en se servant d'un orateur artificiel, la sirène à voyelles, on pouvait comparer l'énergie dépensée dans une salle par des orateurs ayant des timbres différents; j'ai trouvé ainsi qu'une voix de basse, pour produire la même impression sur l'oreille, devait développer un travail de sept à dix-huit fois plus grand qu'une voix de baryton ou de ténor.

Il était intéressant de mesurer la valeur exacte de ce travail chez un orateur naturel.

Sa valeur est exprimée par le produit VH, du volume V d'air qui s'échappe des poumons pendant un temps donné, sous une pression H.

Chez un sujet normal, on détermine assez facilement V au moyen d'un spiromètre; mais il est impossible de mesurer H, puisqu'il faut prendre la pression de l'air dans la trachée, au-dessous de la glotte.

J'ai pu faire des expériences chez deux sujets : le premier avait subi

(1) 21 mai 1907.

l'ablation totale du larynx, la trachée communiquait au moyen d'un tube souple avec une anche membraneuse en caoutchouc, fixée dans la bouche à un palais artificiel ([1]).

J'ai bifurqué ce tube de manière à pouvoir mesurer la pression au moyen d'un manomètre métallique gradué en millimètres d'eau.

Le débit de l'air, le nombre et la durée des inspirations étaient mesurés de la façon ordinaire.

Le deuxième sujet avait des cordes vocales normales et une canule trachéale; en faisant communiquer celle-ci avec le manomètre j'avais constamment la pression H de l'air pendant la phonation, V était mesuré comme précédemment.

Les résultats sont résumés dans le Tableau suivant :

LARYNX ARTIFICIEL.

Conversation ordinaire.		Discours dans une grande salle.
V { L'inspiration dure.....	1 seconde	Le sujet ne peut pas augmenter suffisamment l'énergie de sa voix.
L'expiration dure.....	3 secondes	
Le volume d'air expiré.	$2^l,3$	
Nombre des respirations à la minute.........	15	
$V = 2070^l$ par heure.		
$H = 100^{mm}$ d'eau à 200^{mm}.		
$T = 207^{kgm}$ à 414^{kgm} par heure ([2]).		
Pendant une expiration le sujet prononce au plus 30 syllabes, c'est-à-dire 27000 en 1 heure.		

LARYNX NATUREL.

Conversation ordinaire.		Discours dans une grande salle.	
V { L'inspiration dure.....	1 seconde	L'inspiration dure.........	2 secondes
L'expiration dure.....	5 secondes	L'expiration dure..........	3 secondes
Le volume d'air expiré.	$0^l,5$	Le volume d'air expiré.....	2^l
Nombre de respirations à la minute.........	10	Nombre de respirations à la minute.................	12
$V = 300^l$ par heure.		$V = 1440^l$ par heure.	
$H = 100^{mm}$ à 160^{mm} d'eau.		$H = 100^{mm}$ à 200^{mm} d'eau.	
$T = 30^{kgm}$ à 48^{kgm} à l'heure.		$T = 144^{kgm}$ à 288^{kgm} par heure.	

(1) Cet appareil a été construit par M. Delair.

(2) Le sujet ne parle pas pendant l'inspiration.

Remarques. — 1° La pression de l'air se maintient, que l'on ait affaire au larynx naturel ou au larynx artificiel, entre 100^{mm} et 200^{mm} d'eau; pour la simple phrase : « Bonjour, monsieur », le manomètre oscille entre 120 et 160.

2° Ce qui fait varier énormément le travail de la phonation, c'est le débit de l'air, qui oscille de 300^{l} à l'heure (larynx naturel, conversation) à 2070^{l} à l'heure (larynx artificiel, conversation).

Les cordes vocales n'ayant pas la même longueur, chez l'homme (20^{mm} à 24^{mm}) et chez la femme (16^{mm} à 18^{mm}), j'ai fait des expériences en changeant la longueur de la partie vibrante des anches membraneuses.

Le travail minimum pour faire vibrer les anches longues (24^{mm}) que j'employais est 57^{kgm} à l'heure; pour les anches courtes (18^{mm}) $14^{kgm},400$ à l'heure, c'est-à-dire quatre fois moins environ. On peut donc prévoir que les femmes se fatigueront beaucoup moins en parlant que les hommes; on sait, du reste, que les enfants, dont le larynx est encore beaucoup plus petit, peuvent parler pendant plusieurs heures sans avoir l'air d'éprouver la moindre fatigue.

Conclusions. — 1° Un orateur doit, avant tout, apprendre à respirer, puisque c'est V qui varie le plus.

2° Il ne faut pas perdre d'air inutilement, c'est-à-dire que les cordes vocales doivent se joindre sur la ligne médiane.

3° Les hommes et en particulier les voix de basse se fatiguent beaucoup plus en parlant que les femmes et les enfants.

4° Au point de vue de la théorie de la formation des voyelles, le larynx artificiel est intéressant; en effet, le sujet muni de cet appareil ne peut pas émettre les voyelles fondamentales OU, O, A, É; I seules; il faut qu'elles soient dans le corps d'un mot, c'est-à-dire appuyées sur des consonnes.

Ce fait confirme la théorie que j'ai donnée en 1900 et dans laquelle, par des expériences d'analyse et de synthèse, je montrais que les voyelles fondamentales étaient produites par une vibration aéro-laryngienne intermittente, la bouche ne servant qu'à renforcer ou à transformer la voyelle.

MÉDECINE. — *Recherches sur l'action des eaux sulfurées dans le traitement mercuriel.* Note de MM. **A. Desmoulières** et **A. Chatin**, présentée par M. d'Arsonval.

Il est aujourd'hui pratiquement démontré et admis que, dans les stations sulfurées, on peut facilement et sans risques faire tolérer à des malades

syphilitiques des doses de mercure 4 et 5 fois supérieures à celles qu'ils supporteraient normalement, et cela pour la guérison rapide de leurs accidents.

A quoi doit-on attribuer cette tolérance de l'organisme et comment le soufre facilite-t-il cette absorption remarquable? Tel est le but des recherches que nous allons exposer :

D'une manière générale, le mercure métallique et ses divers composés employés en médecine, proto-iodure, bi-iodure, benzoate, et surtout les sels à acides organiques, passent dans l'économie à l'état de bichlorure de mercure ou de composés tels que : chloro-bromures, chloro-iodures, chloromercurates, dont les propriétés, au point de vue qui nous intéresse, sont voisines de celles du bichlorure de mercure. Ces transformations peuvent s'opérer grâce aux chlorures alcalins du plasma sanguin, et les données fournies par la thermochimie viennent à l'appui de l'opinion que nous venons d'émettre, comme doubles décompositions possibles entre les sels de mercure à acides organiques et les chlorures alcalins, doubles décompositions aboutissant au chlorure mercurique ou aux chloro-mercurates.

Quant au calomel, on sait que l'eau bouillante le dissocie en mercure, bichlorure de mercure et oxychlorure; les chlorures alcalins agissent de même et plus énergiquement encore; une action suffisamment prolongée doit aboutir définitivement, dans ce dernier cas, au bichlorure de mercure.

Or, le bichlorure de mercure possède la propriété de donner avec les matières albuminoïdes une combinaison qui se sépare sous forme de précipité blanc, insoluble dans l'eau. On sait que le précipité est soluble, au contraire, dans un grand excès d'albumine et dans les solutions de chlorures alcalins.

Les expériences que nous avons effectuées tendraient à attribuer aux chlorures alcalins de l'organisme un rôle prépondérant dans la redissolution des albumines précipitées par les sels de mercure; nous allons voir qu'à ce point de vue les composés sulfurés ont une action beaucoup plus énergique encore.

Connaissant cliniquement la tolérance mercurielle obtenue par les eaux sulfurées, nous avons cherché ensuite à déterminer quel pouvait être leur mode d'action dans l'absorption et la circulation du mercure, et, pour cela, nous avons fait un certain nombre d'expériences qui viennent confirmer celles d'Astrié.

Nous avons dans nos essais cherché à séparer l'action des divers composés susceptibles de se rencontrer dans les eaux sulfurées : hydrogène sulfuré, sulfures, hyposulfites, sulfites et sulfates. Nous résumons succinctement les résultats obtenus :

1° Si l'on traite une solution très étendue de sublimé (à 2^{cg} pour 1000, par exemple) par le monosulfure de sodium, la liqueur se colore, mais il ne se produit aucun dépôt; au contraire, en présence du chlorure de sodium (à 6^{g} pour 1000, par exemple), la précipitation du mercure à l'état de sulfure s'effectue très facilement.

2° Fait très intéressant, si l'on répète l'expérience précédente en présence de *sérum sanguin,* on constate que la précipitation du mercure par le monosulfure de sodium n'a pas lieu, même en présence du chlorure de sodium.

3° Les précipités d'albuminate de mercure sont redissous par les composés renfermés dans les eaux sulfurées, beaucoup mieux que par le chlorure de sodium et le pouvoir solubilisant est d'autant plus grand que les produits sulfurés sont plus éloignés de leur terme d'oxydation. Autrement dit, l'hydrogène sulfuré agit plus que les sulfures, les sulfures plus que les hyposulfites, les hyposulfites plus que les sulfites; quant aux sulfates, ils ne joueraient aucun rôle au point de vue qui nous intéresse.

Nos expériences, trop longues à relater ici, nous permettent de répondre à l'objection très importante faite à l'adjonction de la cure sulfureuse au traitement hydrargyrique. On prétendait que, sous l'influence des sulfureux, il se produisait dans l'organisme un *sulfure de mercure insoluble;* c'était à cette formation de *sel inerte* que l'on devait attribuer l'inocuité des traitements massifs supportés par les malades soignés aux thermes sulfureux. A l'appui de cette théorie, on faisait valoir l'argument suivant : nous savons que les sulfures possèdent la propriété de donner avec les sels de mercure un précipité de sulfure insoluble.

Nous-mêmes venons de montrer que le chlorure de sodium occasionnait la séparation du sulfure résultant de l'action du monosulfure de sodium sur le bichlorure de mercure en solution étendue. Mais, fait capital, rien de semblable ne se produit lorsqu'on opère en présence de sérum sanguin, la précipitation du mercure à l'état de sulfure n'a pas lieu, dans ces conditions, même en solution chlorurée sodique. De plus, nous avons dans ce qui précède appelé l'attention sur le pouvoir solubilisant énergique des composés sulfurés à l'égard des albuminates de mercure. Nous avons vu que ce sont les produits sulfurés les moins oxydés qui agissent le plus rapidement; c'est ainsi que l'hydrogène sulfuré a une action solubilisatrice instantanée. En la circonstance, le laboratoire est d'accord avec la clinique, car les eaux sulfurées considérées comme aidant le plus au traitement de la syphilis sont précisément les sources minéralisées par l'hydrogène sulfuré.

Comme conclusion à ces recherches nous disons donc : les eaux sulfurées agissent non en formant un *sulfure insoluble*, mais en augmentant la puissance solubilisatrice du sérum sanguin à l'égard des albuminates de mercure; elles permettent d'employer pour les malades les doses considérables de mercure réclamées par la gravité des lésions, sans danger d'intoxication ni accidents mercuriels; elles activent considérablement la mise en circulation du mercure accumulé dans les tissus, elles rendront donc les plus grands services dans les cas d'intoxication, stomatites, gengivites, entérites mercurielles, etc.

GÉOLOGIE. — *Contribution à l'étude des oscillations du rivage dans la baie du Callao.* Note de M. **P. Berthon**.

Ed. Suess, après avoir résumé les données relatives aux soulèvements intermittents de la côte occidentale de l'Amérique du Sud, conclut que, « au Callao, la présence de débris de cuisine a fait naître des idées fausses : il s'agit, en réalité, d'un banc qui se forme et disparaît successivement, sur la côte de l'île San-Lorenzo, faisant face à la terre ferme ».

Comme le savant auteur de *La face de la Terre*, et tous ceux qui ont visité les environs de Lima, après Darwin, je ne crois pas à la valeur des opinions publiées en faveur du soulèvement du rivage dans la baie du Callao; et le but de cette Note est d'apporter, à l'appui de ma conviction, l'exposé des considérations suivantes :

1° Les formes en terrasses du terrain sur lequel sont déposés les Kjœkkenmœdings de San-Lorenzo s'expliquent indiscutablement par la tectonique de l'île;

2° Les restes préhistoriques de Bella Vista n'ont aucun rapport avec les oscillations du rivage;

3° Le Camotal est une sorte d'alluvion sous-marine, dont les variations n'indiquent point les déplacements de la côte;

4° Les ras de marée, dans la baie du Callao, peuvent être produits par les effondrements des couches en état d'équilibre instable, sous l'action des secousses sismiques;

5° La rencontre de fragments de coquilles actuelles à l'extrême base du delta du Rimac ne fournirait point une preuve de l'exhaussement du sol.

J'en trouve la confirmation dans la géomorphologie liménienne : à peu près parallè-

lement à la côte court la ligne de contact des roches sédimentaires et éruptives. Celles-ci, à l'est, sont formées de diorite quartzifère; associée à des andésites à hornblende et à des dolérites à olivine.

Les sédiments, à l'Ouest, sont composés de grandes assises de grès siliceux avec des couches peu épaisses de schiste argilogréseux et des bancs de calcaire compact intercalés. M. G. Steinmann a placé la formation de San-Lorenzo dans le Néocomien; et M. E. Haug, qui a bien voulu examiner mes fossiles, y a reconnu, comme caractéristiques, des Hoplitidés voisins des *Hoplites Callisto* d'Orb., *Occitanius* Pictet et autres formes incontestablement berriasiennes.

Les couches sédimentaires forment un anticlinal dont la nappe Ouest est jalonnée par Ancon, San-Lorenzo, le Morro-Solar, le temple de Pachacamac; et l'autre nappe est coupée au contact des diorites. Son axe, incurvé à l'ouest de Lima, se dirige d'une part vers Puente Piedra et le Nord-Nord-Est, de l'autre, vers le Sud-Est, dans la direction de l'Atocongo.

La rupture de l'anticlinal produite naturellement à la convexité de son axe, le delta du Rimac s'est formé par le déplacement du fleuve vers le Nord. On aperçoit nettement deux de ses lits abandonnés, l'un à Villa, l'autre à Bella Vista. D'abord limité, à l'Ouest, par une série de collines, dont il reste un témoin dans l'îlot de Piedra Horadada, le delta, à la rupture de sa bordure, s'est trouvé coupé, par le courant de Humboldt, en falaises abruptes qui atteignent aujourd'hui 60^m de haut; et les matériaux du cône de déjection, transportés par le courant, ont formé la Punta et le banc du Camotal. Les *huacas* et les apports éoliens achèvent de caractériser la topographie liménienne. On voit, notamment, des amas de sable et de débris de coquilles marines actuelles remonter, sous la poussée du vent, la *Tablada de Lurin,* à des altitudes qui dépassent 30^m.

Et l'on constate alors aisément que :

1° Les accidents du sol qui ont pu être pris pour des terrasses, à l'endroit où reposent les Kjœkkenmœdings visités par Darwin, à San Lorenzo, font partie de la nappe Ouest de l'anticlinal de Lima. L'érosion de ses strates inclinées se présente sous forme de gradins, par la mise en saillie des couches dures, et un examen trop rapide peut seul faire croire à la présence de terrasses marines;

2° M. Max Uhle, avec lequel j'ai examiné la falaise de Bella Vista, m'a fait remarquer qu'elle révélait l'existence de populations préhistoriques au bord de l'ancien lit du Rimac, et je ne crois pas qu'on puisse établir une relation entre ce fait et le soulèvement problématique de la côte.

Le recul constant de la falaise a mis à jour des dépôts préhistoriques qui apparaissent à une certaine hauteur, c'est tout ce que l'on doit constater, et il n'est point permis de les assimiler aux Kjœkkenmœdings de San-Lorenzo, en supposant qu'ils se soient surélevés simultanément au-dessus du niveau de la mer;

3° Entre La Punta et San-Lorenzo, le Camotal, mince banc de cailloux et de sable formé sous les eaux par la force du courant et l'apport fluctuant des éléments arrachés à la falaise, s'avance lentement vers le Nord et ses variations ne dépendent exclusivement que de la force du courant et de la quantité de cailloux transportés. Son sommet est arasé constamment par les vagues, et la surface qu'il présente au-dessus de l'eau ne saurait être prise comme témoin de la variation du niveau de la mer;

4° J'ai eu l'occasion d'interroger des témoins oculaires du dernier raz de marée au Callao et la description qu'ils m'ont faite de la vague dévastatrice semble traduire assez bien l'effet produit par la chute consécutive à un glissement des couches mouillées qui prolongent la base de la Punta, sous l'action des ébranlements sismiques. Des phénomènes analogues et absolument localisés pourraient s'accorder avec la disparition sous les eaux de quelques parcelles de la plage, conformément à la tradition populaire, sans qu'il y ait eu abaissement étendu du rivage;

5° Des forages de puits artésiens, aux environs de Callao, ont amené au jour, m'a-t-on assuré, des débris de coquilles marines actuelles provenant de la base des formations du delta, au-dessus du niveau de la mer. Je n'ai pu vérifier le fait, mais il pourrait être assimilé à l'existence de coquilles sur le sol de la Tablada de Lurin s'il était actuellement inondé par le Rimac et recouvert de ses cailloux.

J'ajouterai enfin que, s'il y a eu des variations dans l'altitude du niveau de base du delta du Rimac, elles ne peuvent être que de peu d'amplitude. En effet, la pente de la génératrice Lima-Miraflores, du cône de déjection, amène le rivage probable du delta vers l'îlot de la Piedra-Horadada, au niveau actuel de la mer.

Je me propose d'étudier en détails la géomorphologie liménienne et de couvrir le delta du Rimac d'un réseau géodésique dont les fléchissements accuseraient les déplacements sismiques du terrain.

GÉOLOGIE. — *Les volcans du Logudoro et du Campo d'Ozieri (Sardaigne).* Note (¹) de M. G. **Deprat**, présentée par M. Michel Lévy.

I. La partie nord-ouest de la Sardaigne présente un remarquable développement des formations volcaniques qui en fait, à ce point de vue,

(¹) Présentée dans la séance du 21 mai.

une des plus intéressantes régions d'Europe. Je ne m'occuperai dans cette Note que des manifestations volcaniques les plus récentes. Celles-ci ont donné naissance à d'importantes coulées basiques, souvent en relation avec des cônes pourvus de cratères et fort bien conservés. La partie du Logudoro et du Campo d'Ozieri qui les renferme est limitée au Sud par les immenses épanchements basaltiques du plateau de Campedu, dépendant du groupe du Ferru, à l'Ouest et au Nord par les formations volcaniques variées de la région de Villanova Monteleone et de l'Angloma : rhyolites, trachyandésites et andésites à hypersthène, labradorites, dont j'ai indiqué déjà l'âge antéburdigalien, labradorites et basaltes hypersthéniques et augitiques posthelvétiens; à l'Est par les terrains cristallins de la région centrale.

L'ensemble des cônes et des bouches éruptives qui ont rejeté des basaltes, labradorites et andésites à olivine est distribué suivant deux traînées qui se coupent près de Bonorva. La première, longue de 35^{km}, va d'Ittiredu à Pozzomaggiore avec une direction NE-SO. La deuxième, longue de 32^{km}, jalonne une zone de fractures Nord-Sud remarquablement rectiligne se prolongeant dans l'Anglona [1] et ayant donné antérieurement issue à des épanchements de labradorites et de basaltes à hypersthène que j'ai découverts au nord de Nulvi. Au point d'intersection de ces deux zones de fractures, entre Giave et Mores, les orifices volcaniques forment un groupement important.

On peut distinguer trois groupes de plus en plus récents dans cette phase ultime de l'activité interne en Sardaigne. Les deux premiers offrent des coulées souvent isolées en forme de plateaux, limitées par des escarpements au-dessus des vallées. Au premier appartiennent des basaltes labradoritiques noirs de Padria, des coulées inférieures de Giave et du plateau de Campeda. Je ne connais pas d'appareils volcaniques en relation avec ces coulées qui ont dû s'épancher par des fractures. Le deuxième groupe, dont les coulées recouvrent souvent les précédentes, est formée de basaltes surchargés d'olivine (volcans de Pozzomaggiore, Bonorva, Giave, Tiesi). Le troisième groupe montre comme le précédent de beaux cônes mais mieux conservés; les laves sont beaucoup moins riches en olivine et tendent vers des types andésitiques. Le pyroxène est toujours de l'augite

---

(1) J. Deprat, *Sur les rapports entre les terrains tertiaires et les roches volcaniques dans l'Anglona* (*Sardaigne*) (*Comptes rendus*, 14 janvier 1907).

souvent titanifère; les coulées occupent le fond des vallées et ont un aspect très frais.

II. Divers modes de l'activité éruptive. — Le plus souvent les coulées sont accompagnées de cônes volcaniques, mais de frappants exemples, comme celui du *monte Ruju*, montrent qu'en réalité l'appareil extérieur du volcanisme n'est qu'un accessoire dans l'acte éruptif.

Groupe des volcans de Pozzomaggiore, Bonorva, Giave. — Les basaltes noirs du premier groupe sont surmontés près de Pozzomaggiore par une importante coulée s'étendant de Cossoïne au Rio Crabolu, sur une longueur de 14^{km} et une épaisseur moyenne de 3^m. Elle est en relation avec deux cônes de scories, *monte San Pietro* et *monte Oes* (509^m), ce dernier possédant encore un moule interne de son cratère en basalte. Près de Bonorva le volcan *Binnarzosu* au cratère égueulé vers le Nord a donné une coulée de 8^{km^2}. Près de Giave un volcan ruiné n'est plus représenté que par sa cheminée sous forme de moule interne basaltique se dressant comme une colonne de 30^m de haut et de 400^m de tour. Sur le plateau de Giave sont deux nappes superposées de laves du premier et du deuxième groupe.

Volcan Peladu. — Cet important volcan se dresse au nord de Tiesi sur un socle de calcaires miocènes. Son large cône surbaissé (751^m) montre encore un vaste cratère principal ouvert au Sud-Sud-Est et un autre secondaire ouvert au Nord-Nord-Est. La grande coulée, avec laquelle il est en relation, couronne un vaste plateau taillé à pic; des témoins de cette coulée couronnent les plateaux environnants. Avant le travail de l'érosion, l'ensemble des coulées pouvait atteindre 25^{km^2}. Près de lui se dresse, à Bounanaru, le piton basaltique à base circulaire de 700^m de diamètre de *monte Arana* (512^m) pointant au milieu des calcaires burdigaliens.

Groupe des volcans récents d'entre Tiesi, Mores et Ittiredu. — Ce groupe de six volcans se trouve au point d'intersection des zones de fractures limitant au Sud le Campo d'Ozieri. Ils appartiennent tous au troisième groupe; leurs laves recouvrent des pentes ou remplissent des fonds de vallées : *monte Annaru* (2^{km} nord de Giave), cône de 3^{km} de tour avec un large cratère de 450^m de diamètre, a donné une coulée épanchée dans le Campo de Torralba; le *Cuguladdu* de Cheremule, beau cône (675^m) adossé au plateau, est pourvu d'un cratère égueulé vers l'Est, d'où s'échappe une coulée de 4^{km} vers Torralba; *monte Cujaru,* le plus beau volcan de la région, est un cône régulier de 496^m, pourvu de pentes rapides, avec un cratère central : on peut y recueillir de magnifiques échantillons de bombes; la coulée, d'abord étalée, va former une langue étroite dans la vallée du R. Badu Pedrosu; *monte Oes,* près de Torralba, est un cône de scories avec une petite coulée; l'*Austidu,* beau cône régulier dont le cratère a disparu presque entièrement, a donné la grande coulée de la *pianura* du R. Sassu allant jusque dans la vallée du R. Mannu où elle forme des orgues remarquables; le volcan le plus oriental est celui d'*Ittiredu :* son large cratère semilunaire a donné vers la vallée du R. Mannu une petite coulée de 2^{km} de long.

Groupe des volcans de Ploaghe. — Au sud de Ploaghe, j'ai étudié une fente de $4^{km},500$ de longueur visible, orientée Sud-Sud-Est, jalonnée par un filon de basalte

formant une muraille continue de *monte Pubbulema* à *monte Sa Figu* traversant la masse calcaire de *monte Rujù*. Le grand intérêt de ce système consiste dans la grande netteté avec laquelle on constate que l'énorme masse de laves descendant à l'Est et au Sud vers Ardara et Siligo, et ayant couvert primitivement plus de 60^{km^2}, provient de cette fente sans l'intermédiaire d'aucun cratère (¹).

Près de Ploaghe même, deux tertres de scories sans cratère, traversés par des fissures nombreuses, sont en relation avec une coulée de 10^{km} de long allant jusqu'à Campomela. Un peu plus au Nord, *monte Massa,* beau cône (681^m) sans cratère, se rattache à deux coulées, l'une longue de $3^{km},300$ descendant vers le R. Frittu, l'autre de $2^{km},200$ vers le R. Mannu.

Cet exposé montre l'importance des phénomènes volcaniques dans cette région que jadis La Marmora baptisa du nom d'*Auvergne sarde*. Avec de nombreuses coulées et bouches de sortie, on ne compte pas moins de quinze cônes importants.

GÉOLOGIE. — *Sur les dômes du terrain houiller en Lorraine française.* Note de M. **J. Bergeron**, présentée par M. Zeiller.

Dans une récente Communication, MM. Nicklès et Joly (²) ont établi l'existence de dômes dans les terrains secondaires de la Lorraine française; ils ont montré que leur orientation se faisait suivant une direction sensiblement NE–SO; enfin, ils ont émis l'hypothèse qu'à ces dômes correspondent, en profondeur, des dômes intéressant les terrains primaires et par suite le Houiller.

En 1901, M. Marcel Bertrand émettait déjà l'hypothèse qu'il pouvait exister des dômes houillers (³) sous les dépôts secondaires.

Dans le rapport qu'il rédigea à la suite de l'étude (⁴) que nous avions faite du prolongement possible du bassin de Saarbrück en Lorraine française, il mit en évidence

(¹) Le prolongement nord de la fente porte seulement deux petits tertres de scories insignifiants : *monte Pubbulema* et *monte Meddaris*.

(²) *Comptes rendus,* t. CXLIV, séance du 11 mars 1907, p. 586-589.

(³) MM. Jacquot et Nasse avaient montré antérieurement que l'anticlinal houiller principal était coupé par des plis synclinaux transversaux, mais ils semblent n'avoir pas eu la notion de dômes et surtout n'avoir pas compris le rôle que ces accidents ont joué dans la tectonique de la région.

(⁴) Cette étude nous avait été demandée par les sociétés de Pont-à-Mousson, de Micheville et de Saintignon et Cie.

l'existence d'une série de dômes dans le Houiller de Saarbrück. Après avoir constaté que les couches plongent d'une manière générale vers le Sud-Ouest, ce qui abaisse le Houiller du côté de la France, il se demande si, au delà du dernier dôme qu'il signale dans le bassin de Saarbrück, celui de la Grande Rosselle, il y a plongement définitif du Houiller. « Il semble plus rationnel, dit-il, de supposer que le système des dômes alignés se continue vers l'Ouest et arrive à une distance plus ou moins grande à rencontrer les couches. Les trois derniers dômes sont séparés par des failles transversales : faille de la Saar, faille de Geislautern, qui remontent les couches à l'Ouest. Il est à présumer qu'une faille semblable interrompt au Sud-Ouest la retombée des couches de la Grande Rosselle et qu'un nouveau dôme, plus ou moins étendu, commence à l'ouest de cette faille dans la région au delà de la Nied allemande. »

M. Marcel Bertrand était amené ainsi à admettre l'existence de dômes dans le terrain houiller de la Lorraine française, ainsi que l'existence de failles relevant vers le Nord la série primaire. Il concluait que, « s'il en était ainsi, la multiplication des dômes vers le Sud-Ouest diminuerait les chances défavorables qui, d'après ce qui précède, dépendraient surtout d'un abaissement trop grand des terrains ».

MM. Nicklès et Joly sont arrivés à donner à l'hypothèse des dômes houillers en Lorraine française un très grand degré de vraisemblance; enfin M. Zeiller, par ses études paléobotaniques, l'a pleinement confirmée. M. Marcel Bertrand avait donc eu, dès 1901, l'intuition de ces accidents dont l'existence n'est plus douteuse.

De la continuité des dômes dans le bassin de Saarbrück et dans celui de la Lorraine française on peut conclure à la continuité d'allure de tout le Houiller. J'ai dit (¹) pourquoi je considérais le bassin de Saarbrück comme formé par une lame de charriage constituée par du Houiller et refoulée sur un anticlinal houiller. Pour moi, il en est de même pour tout le Houiller de la Lorraine française, situé au nord de la faille de Nomeny, le Houiller situé au sud appartenant à un anticlinal du *substratum*. C'est ce qui explique comment, bien que d'âge moins ancien, ce dernier se trouve, à Abaucourt, à une cote bien inférieure à celle qu'il devrait avoir, s'il appartenait à la même nappe que les couches d'Atton, d'Éply et de Dombasle. Il est vraisemblable, d'ailleurs, qu'en Lorraine française la nappe, au niveau de ses dômes, présentera les mêmes accidents que du côté de Saarbrück, c'est-à-dire des failles courbes, de très grande longueur et très inclinées sur l'horizontale.

(¹) *Comptes rendus*, t. CXLII, 18 juin 1906, p. 1398-1400.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *L'exploration de l'atmosphère libre au-dessus des régions arctiques*. Note (¹) de M. **Hergesell**.

Poursuivant l'exploration de l'atmosphère au-dessus des océans, S. A. S. le Prince de Monaco exécuta en juillet, août et septembre 1906, une série d'ascensions de ballons sondes et captifs, et de cerfs-volants au-dessus des régions arctiques. Sous ma direction eurent lieu plus particulièrement des ascensions de ballons pilotes visés pendant leur marche au moyen de théodolites spéciaux et qui déterminèrent la direction et la force des courants atmosphériques.

1. *Résultats des lancers de ballons sondes.* — On utilisa mon système de ballons-tandem, déjà employé au-dessus de l'Atlantique, mais avec les modifications nécessitées par les régions arctiques.

La variation verticale de la température et de l'humidité au-dessus de la mer polaire entre 70° et 80° de latitude Nord présente pendant l'été polaire les caractères suivants :

La décroissance de la température est très lente jusqu'aux couches les plus élevées qui aient été atteintes, soit 7830^m; elle est de 0°,48 pour 100^m en moyenne. Le phénomène est causé par de nombreuses isothermies et inversions intercalées entre des couches aériennes d'une épaisseur variable dans lesquelles la décroissance de la température est régulière et arrive jusqu'à 1° pour 100^m. Pour cette raison les courbes enregistrées par les thermographes diffèrent complètement de celles qui ont été obtenues au-dessus de l'Atlantique; elles se rapprochent de beaucoup par leur caractère dentelé des courbes de la grande inversion constatée pour la première fois au-dessus de l'Europe par MM. Teisserenc de Bort et Assmann et que nous avons retrouvée les premiers au-dessus de l'Atlantique à une altitude de 11000^m.

Immédiatement au-dessus de la mer se trouve, souvent, mais pas toujours, une couche dans laquelle la décroissance de la température est rapide et presque adiabatique, tandis que l'humidité augmente, et qui, dans sa partie supérieure, porte souvent une couche de nuages.

La Table suivante donne les chiffres caractéristiques des deux ascensions :

(¹) Présentée dans la séance du 13 mai 1907.

1° 16 juillet 1906. Latitude Nord, 79°; longitude Est, 8° en moyenne.

Altitude.	Temps.	Gradient.
0	7,2	»
250	7,9	Isothermie
1200	2,1	— 0,62
1500	4,0	Inversion
2300	0,3	— 0,54
2560	0,6	Inversion
3600	— 5,6	— 0,59
3840	— 6,3	— 0,29
4200	— 8,5	— 0,43
7050	— 28,8	— 0,71
7600	— 30,6	— 0,33

Gradient moyen — 0°,49.

2° 4 septembre 1906. Latitude Nord, 70°45'; longitude Est, 20°11'.

Altitude.	Temps.	Gradient.
0	5,7	— 0,90
840	— 1,8	Inversion
1020	— 1,0	
1500	— 1,2	
1770	— 0,2	— 0,37
3340	— 9,0	— 0,59
3440	— 9,0	Isothermie
4330	— 12,0	— 0,55
4720	— 16,6	

Gradient moyen — 0°,47.

Les variations de l'humidité correspondent tout à fait à celles de la température. Comme nous l'avons dit plus haut l'humidité augmente presque toujours et souvent même jusqu'à donner lieu à la formation de nuages, dans la couche la plus basse qui présente une décroissance régulière de la température. Au delà elle arrive subitement à 40 ou 60 pour 100 et y reste avec de petites variations correspondant aux différentes couches thermiques.

Le 16 juillet nous avons trouvé une inversion au delà de 7000^m. Il est probable qu'elle correspond à la couche relativement chaude qui se trouve à 11000^m aux latitudes plus méridionales, mais je n'insiste pas sur cette hypothèse. Il résulte de ce petit gradient thermique que l'atmosphère arctique est, en été, relativement chaude. Ceci démontre l'influence qu'exerce sur l'atmosphère polaire le rayonnement solaire ininterrompu.

2. *Ascensions de cerfs-volants pour observer les vents locaux.* — Sur les côtes du Spitzberg et dans les baies qui s'enfoncent vers l'intérieur, nous constations presque toujours des vents forts, dont le régime paraissait local; en effet, ils disparaissaient aussitôt qu'on gagnait le large et se faisaient sentir de nouveau quand on se rapprochait de terre. Ces vents soufflaient d'une façon régulière dans les baies King, Cross, Smeerenburg, le Danesgat et le Southgat, mais surtout dans la baie Wijde. Toutes les ascensions de cerfs-volants que j'y fis exécuter ont montré que le régime de ces courants atmosphériques ne dépassait nulle part quelques centaines de mètres, de sorte qu'il était impossible de faire monter les cerfs-volants plus haut. La décroissance de la température était forte, presque adiaba-

tique; l'humidité arrivait souvent à 100 pour 100 dans cette couche. Au-dessus on trouvait soit un gradient thermique plus faible, soit une isothermie ou une inversion, tandis que l'humidité décroissait brusquement.

Ces vents locaux ont été observés également par les ballons pilotes. Toutes ces observations ont établi que ces vents inférieurs venaient toujours de la terre. C'est dans la Wijde-Baie, grand et large fjord, qui s'enfonce de près de 100^{km} vers l'intérieur, que l'origine terrestre de ces vents se présentait le mieux. Le vent y soufflait constamment du Sud, en longeant les côtes de la baie et sa vitesse atteignait souvent 7^m par seconde. Ces brises de terre arrivaient au maximum de leur force lorsque le ciel était clair au-dessus de la mer et s'affaiblissaient ou disparaissaient même tout à fait lorsqu'il y faisait du brouillard. Elles ne semblaient sujettes à aucune variation diurne ni dans la baie Wijde, ni dans les fjords de la côte occidentale. Si le vent soufflait la nuit, il avait la même direction que le jour.

Comme partout, ces vents locaux doivent leur existence à une différence de température entre la terre et la mer. Le caractère de brises de terre qu'ils gardent constamment démontre que l'intérieur du Spitzberg, couvert de glaciers, est toujours plus froid que les eaux du Gulfstream qui les baignent et l'air qui y repose. Ce fait a été confirmé directement par les observations de température exécutées simultanément par la mission envoyée vers l'intérieur des terres et à bord du navire.

3. *Les courants aériens de l'atmosphère libre.* — Les visées de petits ballons fermés en caoutchouc nous ont permis d'étudier les courants atmosphériques au-dessus de la mer polaire jusqu'à de grandes altitudes. Il résulte de ces observations que la vitesse du vent s'accroissait rapidement avec la hauteur. La région des vents locaux décrits plus haut était suivie ordinairement d'une couche stagnante à laquelle succédaient les courants de circulation générale. A 10000^m de hauteur le vent avait presque toujours une vitesse de 15^m à 20^m, parfois même 30^m par seconde. Ce sont les vents à composante W qui présentaient ces grandes vitesses; les courants à composante E étaient les plus faibles aux grandes altitudes. La direction du vent changeait tellement pendant la durée des observations (du 13 juillet au 8 septembre) qu'il était impossible de constater une direction prédominante. L'air arrivait aussi souvent du Pôle qu'il y allait. Donc, comme les courants observés appartiennent sans doute au grand tourbillon polaire, je crois que nos observations auront démontré que le centre de ce dernier change souvent de place et parcourt tout le bassin arctique.

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelle théorie de l'anthélie, des paranthélies et des halos blancs de Bouguer et d'Hévélius.* Note [1] de M. **Louis Besson**, présentée par M. Lippmann.

Certaines formes de cristaux de neige décrites par M. Dobrowolski [2] paraissent fournir une explication très simple de l'anthélie et des paranthélies de 120°.

D'après ce cristallographe, les prismes allongés, qui sont généralement terminés en pointe à une de leurs extrémités, forment très fréquemment des agrégats radiaires, par union de leurs extrémités pointues : « J'ai observé assez souvent », dit-il, « des étoiles à quatre rayons représentés par quatre prismes maclés dans un même plan et formant entre eux l'angle de 90°, ou une sorte de double étoile formée autour de deux centres situés dans un même plan et sur une même droite ». M. Dobrowolski n'a pas noté quelle était l'orientation relative des prismes autour de leur axe dans ces assemblages. Il est naturel de penser qu'ils tournent, l'un vers l'autre, soit une face, soit une arête. Admettons qu'au moins dans certains cas les faces se font vis-à-vis. Je me suis assuré expérimentalement qu'un assemblage quelconque de prismes dans un même plan s'oriente horizontalement en tombant dans un fluide [3]. Dans ces conditions, les étoiles et les doubles étoiles vues par M. Dobrowolski présenteraient des faces verticales perpendiculaires entre elles et propres à donner l'anthélie par double réflexion extérieure.

La figure 20 J de l'Ouvrage de M. Dobrowolski montre un assemblage de trois prismes dans un même plan et faisant entre eux des angles égaux. Si ces trois prismes tournent l'un vers l'autre une face latérale, ils réalisent des miroirs verticaux à 120° qui donneront les paranthélies de 120°.

Les prismes de glace s'assemblent parfois aussi dans des plans différents. M. Dobrowolski en a observé jusqu'à 7 disposés dans l'espace autour d'un même point central. Si l'angle solide circonscrivant les prismes est une fraction importante de 4π, l'assemblage ne peut plus avoir de position d'équilibre relatif bien stable en tombant au sein de l'air. En admettant toujours que deux prismes voisins tournent l'un vers l'autre une de leurs faces latérales, de manière à former des miroirs doubles d'ouver-

---

(1) Présentée dans la séance du 13 mai 1907.

(2) Dobrowolski, *La Neige et le Givre* (*Résultats du voyage du S. Y. Belgica*), page 32.

(3) Voir, au sujet de la méthode employée : L. Besson, *Recherches expérimentales sur l'orientation des cristaux de glace atmosphériques* (*Annuaire de la Société météorologique de France,* février 1907).

ture α, il en résultera un halo blanc de rayon 2α, à bord extérieur bien tranché et à bord intérieur un peu dégradé.

Les lois suivant lesquelles se constituent ces assemblages de prismes dans l'espace restent inconnues. Diverses considérations que je ne puis exposer ici, faute de place, m'ont amené à la conclusion que les prismes rayonnant autour d'un même point doivent se diriger vers les centres des faces d'un polyèdre régulier. J'appellerai *assemblage hexaédrique,* par exemple, l'union de six prismes dirigés vers les centres des faces de l'hexaèdre régulier ou cube. Cette sorte d'agrégat existe. M. Dobrowolski l'a observé assez souvent et l'a reproduit dans la figure 20 A^{III} de son Ouvrage. Au tétraèdre, à l'octaèdre et à l'icosaèdre correspondraient des assemblages de 4, 8 et 20 prismes dans lesquels 2 prismes voisins quelconques peuvent tourner exactement l'un vers l'autre une face. L'assemblage dodécaédrique paraît impossible, car chaque prisme y serait entouré de 5 autres équidistants, ce qui ne comporte aucune orientation conciliable avec la symétrie hexagonale du prisme de glace.

L'assemblage tétraédrique fournit des miroirs doubles de 109°28', qu'on retrouve dans l'octaédrique avec d'autres de 70°32' (l'angle supplémentaire). L'assemblage icosaédrique offre des miroirs doubles de 41°48'. En laissant de côté l'assemblage hexaédrique qui ne peut donner qu'une image du Soleil au point du ciel diamétralement opposé à l'astre, nous sommes donc amenés à prévoir deux halos blancs qui auraient respectivement des rayons de $2 \times 70°32' = 141°4'$ ou 38°56' autour du point opposé au Soleil et $2 \times 41°48' = 83°36'$. Or on connaît deux halos blancs et deux seulement. L'un, celui d'Hévélius, est extrêmement rare et n'a jamais été mesuré, mais on évalue son rayon à 90° environ. Une valeur de 83°36' pour ce rayon est parfaitement admissible. L'autre, celui de Bouguer, s'observe assez fréquemment mais a été souvent confondu avec l'arc-en-ciel blanc qui peut avoir à peu près le même diamètre. Son rayon serait, d'après Scoresby, de 38°50' et, d'après une mesure d'Arctowski, de 38°56'. C'est exactement la valeur à laquelle nous avons été conduits théoriquement.

Les assemblages polyédriques de prismes ne sauraient être toujours complets. Ils doivent se réduire fréquemment à 2 prismes faisant entre eux l'angle caractéristique de l'assemblage. Cette sorte de doublet s'oriente, comme il a été dit, horizontalement en tombant et donne des images blanches du Soleil, à la même hauteur que cet astre. Aux halos d'Hévélius

et de Bouguer correspondent en effet des paranthélies qui trouvent ainsi leur explication.

M. Hans Tomuschat adresse une Note *Sur les actions mécaniques produites à distance par l'organisme humain.*

(Renvoi à l'examen de M. Lippmann.)

M. Hugh Clements adresse un Mémoire intitulé : *Weather, Earthquake and Tidal Predictions.*

M. Gaetan Fiorentino adresse une *Théorie concernant les variations de la température du cerveau par rapport aux phénomènes psychiques.*

(Renvoi à l'examen de MM. Giard et Dastre.)

La séance est levée à 3 heures trois quarts.

A. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JUIN 1907.

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'origine des accidents du sol lunaire,* par MM. LŒWY et PUISEUX.

Le neuvième fascicule de l'*Atlas photographique de la Lune,* que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie, met bien en évidence quelques-uns des caractères par lesquels le relief lunaire se distingue du relief terrestre : l'importance relativement plus grande des différences de niveau, la forme circulaire des bassins persistant sous toutes les latitudes, avec des dimensions très variées et une répartition très inégale.

La difficulté d'expliquer cette configuration par les forces que nous voyons à l'œuvre sur la Terre a conduit, comme l'on sait, divers astronomes ou géologues à penser que notre satellite avait été criblé de projectiles venant de diverses régions de l'espace et laissant dans la surface solidifiée de la planète des empreintes durables.

Cette théorie, que l'on pourrait appeler *balistique,* a trouvé plus de crédit à la suite d'expériences où l'on a réussi, au moyen de projectiles lancés sur une couche pâteuse ou poudreuse, à imiter artificiellement, à petite échelle, certains traits de la physionomie de la Lune.

Finalement, certains auteurs en sont venus à mettre au compte des chocs externes non seulement les petits orifices, mais les vallées rectilignes, les auréoles divergentes, les grands cirques et les mers. Il devient alors nécessaire d'admettre que les projectiles atteignaient communément un diamètre de plusieurs dizaines ou même de plusieurs centaines de kilomètres. La régularité du contour des cirques exige aussi que toutes les incidences, ou peu s'en faut, aient été normales.

Ces points accordés, il nous paraît indispensable d'examiner d'abord si les observations astronomiques rendent probable l'existence, dans le passé, de pareils projectiles; en second lieu si, l'éventualité de leur chute étant admise, le relief créé serait celui que la Lune présente.

Comme origine probable des projectiles, on a invoqué successivement les courants météoriques, les volcans terrestres, un anneau de satellites ayant circulé autour de la Terre. Il suffira de rappeler brièvement les deux premières hypothèses, auxquelles il a déjà été opposé des réponses décisives, et qui, probablement, ne comptent plus de partisans aujourd'hui.

Jamais, en effet, il n'a été observé d'aérolithes ou de bolides approchant par leurs dimensions de ceux qu'il faudrait mettre en cause pour expliquer les grands cirques ou les mers de la Lune. On n'imagine pas pourquoi de tels corps ne se montreraient plus aujourd'hui, s'ils ont existé dans le passé, ni comment le globe terrestre n'aurait pas gardé, aussi bien que la Lune, la trace de ces énormes et brusques additions.

Les géologues ne se montrent pas davantage disposés à croire que les volcans terrestres aient jamais possédé la puissance réclamée par le bombardement de la Lune. Le même travail se serait dépensé tout aussi bien dans d'autres directions, et aurait laissé à la surface de notre globe des vestiges également manifestes.

En conséquence la position, plus aisée à défendre, dans laquelle se retranchent les partisans de l'intervention des projectiles est celle-ci : il a existé dans le passé un groupe nombreux de corps, détaché de la Terre en même temps que la Lune ou dans des conditions analogues. Ces corps, accompagnant la Lune et animés vis-à-vis d'elle de faibles vitesses relatives, auront graduellement cédé à son attraction et seront venus tomber sur sa surface.

Cette hypothèse est elle-même susceptible de deux aspects, suivant que l'on adopte, au sujet de la formation des satellites, la manière de voir de Laplace ou celle de M. G.-H. Darwin. Dans le premier cas on s'imagine la Terre encore fluide et très dilatée, possédant un diamètre à peu près égal à celui de l'orbite lunaire. Le frottement intérieur entretient dans toute cette masse une vitesse angulaire à peu près uniforme, à un moment donné, mais qui s'accélère avec le temps par suite du refroidissement et de la contraction. Les molécules équatoriales, sollicitées par une force centrifuge croissante, finissent par se trouver dans un état instable. Comme toutes sont dans les mêmes conditions, un anneau se détache tout le long de l'équateur, isolant ainsi la matière d'un satellite à venir. Il reste

à expliquer comment se fait le passage de l'anneau au satellite. Il paraît admissible que l'anneau se divise d'abord en globules et que le plus important de ces globules opère à son profit l'agglomération de tous les autres.

Il n'est pas douteux que Laplace n'ait été conduit à cette idée par l'exemple, à la vérité unique, des anneaux de Saturne. On a souvent cité, comme témoignant dans le même sens, l'expérience de Plateau, où des anneaux se forment aux dépens d'une masse liquide, qui flotte tout en tournant sur elle-même avec une vitesse croissante.

Malgré les efforts de plusieurs géomètres, il n'a pas été donné de théorie mathématique satisfaisante, expliquant la réunion en un seul de nombreux satellites circulant à des distances notablement différentes. Frappé de cette difficulté, M. G.-H. Darwin propose d'admettre que la Terre et la Lune, encore fluides, se sont séparées d'un seul coup, que leurs masses sont depuis restées invariables et que leur distance mutuelle s'est accrue sous l'influence des marées.

Il est évidemment très malaisé de définir avec exactitude les forces physiques sous l'influence desquelles s'est accomplie la séparation. Il faut cependant admettre qu'à ce moment la Lune était fluide, puisque nous la voyons aujourd'hui sphérique. D'autre part, la profondeur des cirques, l'élévation de la bordure des mers, montrent que, au moment des chocs présumés, notre satellite possédait déjà une croûte solide extrêmement épaisse. La période de temps écoulée entre les deux époques ne peut être que démesurément longue. Nous avons dès lors bien le droit de demander comment les corps détachés de la Terre en même temps que la Lune, très voisins par conséquent de l'une ou l'autre des deux planètes, auront pu éviter si longtemps de tomber sur elles. On ne saurait l'admettre, croyons-nous, sans se mettre en conflit avec les conséquences les plus assurées de la gravitation universelle.

Le passage par la forme annulaire, suivant l'idée de Laplace, semble donner sous ce rapport plus de latitude. Nous sommes encore obligés de supposer l'anneau fluide au moment de sa dislocation, la Lune recouverte d'une croûte épaisse au moment de la formation des mers. Mais on conçoit que l'agglomération des satellites en un seul demandera plus de temps s'ils sont répartis dans toute l'étendue de l'orbite avec une certaine symétrie. Leurs actions mutuelles se traduiront alors par des perturbations du mouvement, d'un caractère surtout périodique, et ces perturbations mêmes semblent pouvoir rester indéfiniment comprises dans certaines limites si l'orbite est circulaire. M. Stockwell a particulièrement étudié le cas de trois

satellites disposés en triangle équilatéral, et trouvé que ce système peut constituer un cas d'équilibre relatif. A la vérité, ces conditions sont trop spéciales pour être vraisemblables, et nous voyons qu'elles n'ont pas été réalisées comme terme final. On peut cependant admettre que, si l'on part d'un état analogue, la réunion de tous les satellites en un seul ne sera complète qu'après un très long intervalle de temps, tout en demeurant possible.

Mais, que l'on suppose ou non les masses additionnelles disséminées sur l'orbite, il y a lieu de demander au calcul des indications concernant leur sort probable, la vitesse relative en cas de choc, et les conséquences physiques d'un tel événement. Dans une prochaine Communication, nous aurons l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats de recherches accomplies dans cet ordre d'idées.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'hexafluorure de sélénium.* Note de Sir **William Ramsay.**

Dans son étude du tétrafluorure de sélénium, dont une description vient de paraître dans les *Comptes rendus* (t. CXLIV, p. 1042), M. Lebeau suppose que le composé gazeux obtenu dans mon laboratoire par M. Prideaux ne serait qu'un oxyfluorure de sélénium. Il ne donne aucune raison à l'appui de cette hypothèse sinon que M. Prideaux se base « sur la détermination de sa densité et sur ses relations physico-chimiques avec les hexafluorures de soufre et de tellure ». Or, j'ai moi-même exécuté la détermination de la densité de ce gaz. S'il avait été, comme suppose M. Lebeau, un composé de formule $SeOF^4$, on aurait obtenu une densité de 85,5 au lieu de 97,23; si l'on admet la formule SeO^2F^2, la densité serait de 74,5. Il n'existe aucun doute que le composé préparé par M. Prideaux consiste en SeF^6. Il est facile de comprendre qu'en contact avec un agent réducteur, comme le cuivre, le sélénium ne pourrait pas fournir un hexafluorure et que son tétrafluorure ne pourrait pas se combiner avec le fluor. Je ne doute pas que M. Lebeau, en faisant une étude plus approfondie de ces corps intéressants, ne puisse vérifier les résultats de M. Prideaux.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations magnétiques à Tananarive.* Note de M. Ed.-Él. Colin.

Comme les années précédentes, j'ai exécuté toutes les semaines les expériences magnétiques de déclinaison, d'inclinaison et de composante horizontale à l'Observatoire de Tananarive.

Les résultats obtenus sont consignés dans les trois Tableaux suivants :

Mesures absolues de la déclinaison, en 1906 *et* 1907.

Dates.	Heures.		Déclinaison NW.	
	h m	h m	° ′ ″	
Mai 4...	12. 8 à	12.23	9.39.11	Moy. : 9°41′17″
11...	12.10	12.24	9.43.11	
18...	12. 5	12.17	9.42.23	
25...	12. 9	12.20	9.40.26	
Juin 1...	12.11	12.21	9.40.19	Moy. : 9°41′5″
8...	12.10	12.15	9.40.41	
15...	12.14	12.25	9.42.37	
22...	12.18	12.28	9.41. 4	
29...	12.17	12.28	9.40.45	
Juill. 6...	11.18	11.31	9.39.15	Moy. : 9°39′59″
13...	12.40	12.52	9.41.22	
20...	13.15	13.28	9.38.41	
27...	12.18	12.30	9.40.38	
Août 3...	12.20	12.35	9.39.22	Moy. : 9°40′23″
10...	11.11	11.25	9.39.30	
17...	11.20	11.35	9.40.26	
24...	12.17	12.27	9.42. 0	
31...	12.12	12.26	9.40.41	
Sept. 7...	12.12	12.22	9.40.45	Moy. : 9°39′52″
14...	12.13	12.20	9.41. 0	
21...	12. 5	12.15	9.38. 8	
28...	12. 3	12.15	9.38.37	
Oct. 6...	7.53	8. 5	9.37.12	Moy. : 9°35′52″
13...	7.55	8.10	9.38. 4	
19...	11.57	12.10	9.34. 7	
26...	12 0	12. 8	9.34. 8	
Nov. 2...	11.58 à	12. 9	9.32.47	Moy. : 9°32′44″
9...	11.56	12.13	9.34.15	
16...	12. 0	12.13	9.32.19	
23...	11.15	11.28	9.34.19	
30...	11.18	11.35	9.30. 0	
Déc. 7...	11.27	11.40	9.35.22	Moy. : 9°36′16″
18...	8.19	8.37	9.38.56	
21...	11.23	11.33	9.35.38	
28...	11.20	11.34	9.35. 8	
Janv. 4...	11.15	11.27	9.34.49	Moy. : 9°35′19″
11...	11. 8	11.20	9.34.34	
18 ..	11.15	11.30	9.36.49	
25. .	11.15	11.32	9.35. 4	
Févr. 1...	12.20	12.35	9.33.26	Moy. : 9°32′7″
8...	12.21	12.32	9.33. 4	
15...	10.30	10.48	9.30.52	
22...	11.16	11.30	9.31. 7	
Mars 1...	11.18	11.32	9.31.37	Moy. : 9°34′26″
8...	11. 6	11.17	9.36.15	
15...	11.13	11.26	9.32.22	
22...	11. 5	11.20	9.35.23	
27...	8.11	8.26	9.36.34	
Avril 5...	12.17	12.30	9.31.26	Moy. : 9°32′1″
12...	11. 9	11.23	9.31. 8	
19...	11.14	11.28	9.34.19	
26...	11.25	11.36	9.31.11	

Mesures absolues de l'inclinaison, en 1906 *et* 1907.

Dates.	Heures.	Inclinaison.		Dates.	Heures.	Inclinaison.	
	h m h m	° ′ ″			h m h m	° ′ ″	
Mai 5...	12.10 à 12.40	54.22. 7	Moy.: 54°13′59″	Nov. 3...	11.57 à 12.34	53.57.53	Moy.: 54°0′48″
12...	12.10 12.40	54.11.37		10...	6.30 7. 4	54. 8.30	
19...	12. 8 12.35	54. 7. 3		17...	12. 0 12.30	53.58.42	
26...	12.10 12.39	54.15.11		24...	12. 1 12.36	53.58. 8	
Juin 2...	12.13 12.42	54. 6.35	Moy.: 54°12′26″	Déc. 1...	12. 7 12.40	54. 4. 1	Moy.: 54°3′56″
9...	12.11 12.42	54.24.36		8...	12.16 12.49	54. 7.41	
16...	12.16 12.46	54.12. 2		18...	11.22 11.43	53.59.53	
23...	12.16 12.45	54. 3. 2		22...	12.15 12.40	54. 3.33	
30...	12.17 12.50	54.15.56		29...	11.25 11.50	54. 4.34	
Juill. 7...	11.18 11.45	54.12.33	Moy.: 54°8′30″	Janv. 5...	12.24 12.55	54. 4.50	Moy.: 54°8′19″
14...	10.36 11. 4	54.10.47		12...	11.15 11.40	54.12.46	
21...	12.20 12.53	54. 2.49		19...	11.10 11.45	54. 8.41	
28...	11.17 11.45	54. 8.12		26...	6.36 7.10	54. 7. 2	
Août 4...	11.17 11.45	54.13.55	Moy.: 54°5′9″	Fév. 2...	11.13 11.40	54. 6.32	Moy.: 54°7′31″
11...	11.20 11.50	53.58.42		9...	11.53 12.37	54.14.35	
18...	11.14 11.45	54.10.41		16...	11.35 11.58	54. 9.42	
25...	12.17 12.51	53.57.18		23...	10.46 11.13	53.59.16	
Sept. 1...	12.12 12.40	53.58.18	Moy.: 53°59′2″	Mars 2...	11.10 11.35	54. 3.46	Moy.: 54°5′0″
8...	12.12 12.45	54. 1.27		9...	11.26 11.56	54. 6. 1	
15...	12.15 12.47	53.59.51		16...	11.46 12.15	54.12.21	
22...	12. 7 12.30	53.54.13		23...	11.21 12. 0	53.57.38	
29...	12. 6 12.40	54. 1.25		27...	11.17 11.45	54. 5.36	
Oct. 6...	12. 4 12.25	54. 7.46	Moy.: 54°6′10″	Avril 6...	11.10 11.36	54. 5.27	Moy.: 54°4′40″
13...	12. 8 12.35	54. 6. 1		13...	11.26 11.52	53.59.51	
20...	12. 0 12.28	54. 1.32		20...	12.13 12.38	54. 2.41	
27...	11.57 12.21	54. 9.24		27...	11.36 12.17	54.10.42	

Mesures absolues de la composante horizontale, en 1906 *et* 1907.

Dates.	Heures.	Composante horizontale.		Dates.	Heures.	Composante horizontale.	
	h m h m				h m h m		
Mai 4...	12.23 à 12.52	0,25424	Moy.: 0,25417	Juin 1...	12.21 à 12.52	0,25451	Moy.: 0,25402
11...	12.24 12.51	0,25453		8...	12.25 12.56	0,25354	
18...	12.17 12.45	0,25396		15...	12.26 12.54	0,25390	
25...	12.20 12.56	0,25395		22...	12.28 12.57	0,25409	
				29...	12.28 12.55	0,25409	

Dates.	Heures.		Composante horizontale.	
	h m	h m		
Juill. 6...	11.31 à	12.19	0,25436	Moy. : 0,25394
13...	12.52	13.22	0,25356	
20...	13.29	13.56	0,25426	
27...	12.30	13. 3	0,25361	
Août 3...	12.35	13. 4	0,25393	Moy. : 0,25386
10...	11.25	11.56	0,25339	
17...	11.35	12. 6	0,25390	
24...	12.28	12.56	0,25456	
31...	12.26	12.59	0,25352	
Sept. 7...	12.22	12.52	0,25344	Moy. : 0,25413
14...	12.20	12.48	0,25420	
21...	12.16	12.43	0,25469	
28...	12.15	12.42	0,25419	
Oct. 6...	8. 6	8.35	0,25401	Moy. : 0,25408
13...	8.10	8.40	0,25363	
19...	12.11	12.49	0,25440	
26...	12. 8	12.38	0,25429	
Nov. 2...	12. 9	12.42	0,25372	Moy. : 0,25375
9...	12.13	12.43	0,25429	
16...	12.14	12.44	0,25326	
23...	11.28	12.14	0,25358	
30...	11.57	12.31	0,25393	

Dates.	Heures.		Composante horizontale.	
	h m	h m		
Déc. 7...	12. 6 à	12.38	0,25376	Moy. : 0,25354
18...	8.37	9.12	0,25313	
21...	11.33	12. 3	0,25363	
28...	11.34	12.25	0,25364	
Janv. 4...	11.27	11.56	0,25314	Moy. : 0,25340
11...	11.20	11.49	0,25370	
18...	11.31	12. 0	0,25325	
25...	11.32	11.59	0,25352	
Fév. 1...	12.35	13. 6	0,25271	Moy. : 0,25334
8...	11.29	11.59	0,25408	
15...	10.49	11.20	0,25313	
22...	11.30	11.57	0,25347	
Mars 1...	11.32	11.58	0,25411	Moy. : 0,25396
8...	11.17	11.47	0,25262	
15...	11.26	11.53	0,25328	
22...	11.20	11.50	0,25290	
27...	8.26	8.56	0,25393	
Avril 5...	12.30	13. 0	0,25370	Moy. : 0,25379
12...	11.23	11.52	0,25449	
19...	11.28	12.13	0,25329	
26...	11.36	12.17	0,25368	

Les Tableaux précédents donnent lieu à quelques remarques :

1° Du mois de mai 1906 au mois d'avril 1907, la déclinaison a diminué de 9′16″. Cette diminution ne s'opère pas pourtant d'une manière régulière, mais par bonds successifs. De mai à juillet, la baisse est progressive; en août et septembre, on constate au contraire une hausse; nouvelle baisse en octobre et novembre; deuxième hausse en décembre et janvier. Enfin, on observe, comme les années précédentes, un minimum assez accentué en février.

2° Pendant cette même période annuelle, l'inclinaison a diminué d'une quantité à peu près égale à celle de la déclinaison, 9′19″. Un minimum a eu lieu au mois de septembre 1906.

3° La composante horizontale a diminué de 0,00038, valeur égale à celle que nous avions déjà observée en 1905 et 1906. Un minimum s'est produit en février 1907, un maximum en mai 1906.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dioxyacétone tétraméthylée*

$$(H^3C)^2 = \underset{OH}{\underset{|}{C}} - CO - \underset{OH}{\underset{|}{C}} = (CH^3)^2.$$

Note de M. **Louis Henry.**

Un de mes élèves, M. l'abbé Joseph Lemaire, s'était proposé de faire l'étude des dérivés *pentasubstitués*, alkylés et arylés, de la glycérine

$$\overset{I}{R}^2 = \underset{OH}{\underset{|}{C}} — \underset{\overset{I}{R}\ \ OH}{C} — \underset{OH}{\underset{|}{C}} = \overset{I}{R}^2,$$

dans l'idée, que je partage d'ailleurs, que ces corps où se rencontre le système *continu* $> \underset{OH}{\underset{|}{C}} - \underset{OH}{\underset{|}{\overset{|}{C}}} - \underset{OH}{\underset{|}{C}} <$, trois fois *alcool tertiaire*, devaient présenter un grand intérêt au point de vue physique et au point de vue chimique.

On peut arriver à former des composés de cette sorte par des voies diverses; la plus simple et peut-être la plus sûre était évidemment l'application de la réaction de Grignard à l'*éther mésoxalique*

$$(C^2H^5O)CO - CO - CO(OC^2H^5),$$

l'un des plus intéressants assurément du groupe des éthers des *acides acétoniques*. On sait que ces éthers, en présence d'une quantité suffisante de composé organo-magnésien, en subissent l'action tout à la fois dans le composant *éther-sel* $\underset{|}{OC}(OC^2H^5)$ et dans le composant *cétone* $> C = O$.

Au début de ses recherches, M. Lemaire a fait réagir le mésoxalate d'éthyle d'abord sur le *méthyl-bromure de magnésium* $H^3C.Mg.Br$, en solution éthérée, selon la proportion de 1^{mol} du composé mésoxalique pour 5^{mol} du composé magnésien, dans le but de déterminer une réaction synthétique totale.

La réaction du mésoxalate d'éthyle sur la solution éthéro-magnésienne se fait intensivement. Sans entrer dans les détails de cette opération, je dirai

qu'elle a pour résultat final la formation d'un beau corps solide, cristallisant en aiguilles, d'une blancheur parfaite. Le rendement n'en est que médiocrement avantageux. Quoi qu'il en soit, ce composé est fort bien défini et aisé à purifier. Insoluble dans l'eau, il se dissout aisément dans l'éther, l'alcool, etc. Il fond à 117°-118°, en tube capillaire et bout sans décomposition à 238°-240° sous la pression ordinaire.

Il était naturel que M. Lemaire regardât ce produit comme étant la glycérine *pentaméthylée* cherchée $(H^3C)^2 = \underset{|}{\overset{}{C}}(OH) - \overset{CH^3}{\underset{OH}{C}} - \underset{}{C}(OH) = (CH^3C)^2$; puisque l'on admet que l'aptitude réactionnelle du composant *cétone*, vis-à-vis des composés organo-magnésiens, l'emporte sur celles des composants éthers-sels $\underset{|}{C}O(OC^2H^5)$, il était autorisé à croire que la réaction avait été totale.

Il a dû renoncer bien vite à cette idée, à la suite de la détermination cryoscopique du poids moléculaire et de l'analyse qui ont été faites de ce corps. Ce composé n'est autre en effet que la *dioxy-acétone tétraméthylée* $(H^3C)^2 = \underset{OH}{C} - CO - \underset{OH}{C} = (CH^3)^2$ ou $C^7H^{14}O^3$ (¹).

Cela étant, il faut admettre que, malgré la présence d'une quantité suffisante du composé organo-magnésien, le composant *cétone* $>CO$ est resté intact dans cette opération. Le fait mérite d'être noté.

Je ferai remarquer en passant que les propriétés physiques de ce corps, son point de fusion et son point d'ébullition, sont d'accord avec celles

---

(¹) *a. Poids moléculaire,* déterminé dans l'acide acétique :

Trouvé....... 146,6 146,9 Calculé................. 146

b. Analyse :

Trouvé pour 100 ..	$C = 57,60$	Calculé pour 100 ..	$C = 57,53$
» »	$H = 10,2$	» »	$H = 9,60$

La glycérine pentaméthylée $C^8H^{18}O^3$ correspond à :

a. Poids moléculaire............................ 162

b. Analyse :

C pour 100........................... 59,26
H pour 100................................ 11,11

qu'on peut lui assigner *a priori* en se fondant sur des analogies admissibles. L'intercalation d'un chaînon *cétone* $>$CO, dans un composé polycarboné, en élève le point de fusion et le point d'ébullition. Cette diminution de fusibilité et de volatilité est, pour la *dioxy-acétone tétraméthylée*, comparée à d'autres corps analogues, sensiblement ce qu'elle doit être.

a. Volatilité.

$(H^3C)_2CH-CH(CH^3)_2$ Eb. 58°
$(H^3C)_2CH-CO-CH(CH^3)_2$ Eb. 124° } + 66°,

$(H^3C)_2C(OH)-C(OH)(CH^3)_2$ Eb. 172°-173°
$(H^3C)_2C(OH)-CO-C(OH)(CH^3)_2$ Eb. 238°-240° } + 65°-68°.

b. Fusibilité.

$H^2C(OH)-CH^2(OH)$ Fus. — 11°,5
$H^2C(OH)-CO-CH^2(OH)$ Fus. 68° à 75° } + 80° à 86°,

$(H^3C)_2C(OH)-C(OH)(CH^3)_2$ Fus. 35°-38°
$(H^3C)_2C(OH)-CO-C(OH)(CH^3)_2$ Fus. 117°-118° } 79° à 83°.

M. Lemaire continue l'étude de la réaction des composés organomagnésiens sur l'éther mésoxalique ainsi que celle de la dioxy-acétone tétraméthylée et des autres composés analogues qu'il a compris dans ses recherches.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Diverses Cartes publiées récemment par le Service géographique de l'Armée.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur quelques applications du théorème de Landau-Picard.* Note (¹) de M. C. **Carathéodory**, présentée par M. Em. Picard.

Le but de cette Note est de déterminer, en me servant de la méthode que j'ai déjà employée dans une Communication précédente (²) et qui n'est que l'adaptation directe de l'idée première de M. Picard, certaines constantes que M. Landau a rencontrées dans un travail récent (*Annales de l'École normale*, 1907). Nous partons du problème suivant qui diffère de ceux que j'ai traités antérieurement en ce que le point $z = 0$ joue ici un rôle exceptionnel.

La série

$$y = f(x) = \alpha z^k + \beta z^{k+1} + \ldots \qquad (k \geqq 1) \tag{1}$$

représente aux environs de l'origine un élément analytique d'une fonction méromorphe à l'intérieur du cercle $|x| \leqq 1$, *on demande quel est le maximum de la valeur absolue de* α *quand on sait que les fonctions*

$$f(x)^{\frac{1}{m}}, \quad [f(x) - 1]^{\frac{1}{n}}, \quad \left[\frac{1}{f(x)}\right]^{\frac{1}{p}}$$

sont régulières en tout point de ce cercle qui diffère de son centre, m, n, p dési-

---

(¹) Présentée dans la séance du 27 mai 1907.

(²) *Sur quelques généralisations du théorème de M. Picard* (*Comptes rendus*, 26 décembre 1905).

gnant trois entiers positifs satisfaisant à l'inégalité

$$\frac{1}{m}+\frac{1}{n}+\frac{1}{p}<1.$$

Considérons à cet effet dans le plan de la valeur complexe ω le cercle $|\omega|=1$ et les deux rayons OP, OQ faisant respectivement les angles zéro et $\frac{\pi}{m}$ avec l'axe réel positif; on pourra d'une manière unique construire un arc de cercle BC dont les prolongements coupent orthogonalement le cercle $|\omega|=1$ et qui fait en B et C des angles égaux à $\frac{\pi}{n}$ et $\frac{\pi}{p}$ avec les rayons vecteur OP et OQ passant par ces points. On fera la représentation conforme de ce triangle sur le demi-plan supérieur des y de façon qu'aux points O, B, C correspondent les points o, 1, ∞ en posant (Darboux, *Théorie des surfaces*, p. 136)

$$(2)\quad \begin{cases} \omega=\dfrac{1}{C}\dfrac{\theta_2}{\theta_1}, \\ \theta_1=F(\alpha,\beta,\gamma,y), \qquad \theta_2=y^{\frac{1}{m}}F(\alpha+1-\gamma,\beta+1-\gamma,2-\gamma,y), \\ \alpha=\dfrac{1}{2}\left(1-\dfrac{1}{m}-\dfrac{1}{n}+\dfrac{1}{p}\right), \qquad \beta=\dfrac{1}{2}\left(1-\dfrac{1}{m}-\dfrac{1}{n}-\dfrac{1}{p}\right) \qquad \gamma=1-\dfrac{1}{m}, \end{cases}$$

où le symbole F désigne la série hypergéométrique et C est une constante réelle dont j'indiquerai tout à l'heure la valeur.

Considérons la fonction

$$\Omega=\omega^m=\frac{1}{C^m}y+a_2y^2+a_3y^3+\ldots,$$

qui est régulière aux environs de l'origine. On verra, en se rapportant aux propriétés des triangles d'arcs de cercle, que la fonction

$$\Omega[f(x)]=\frac{\alpha}{C^m}x^k+\ldots$$

est, à cause des hypothèses faites sur $f(x)$, régulière à l'intérieur du cercle $|x|\leqq 1$ et y a une valeur absolue moindre que l'unité. Il en sera de même pour la fonction

$$\frac{\Omega[f(x)]}{x^k}=\frac{\alpha}{C^m}+\ldots,$$

et comme le maximum de cette dernière grandeur n'est atteint que sur la cir-

conférence $|x| = 1$ pour laquelle $|\Omega[f(x)]| \leqq 1$, on pourra poser $\left|\frac{\Omega[f(x)]}{x^k}\right| \leqq 1$, ce qui donne au point $x = 0$

$$|\alpha| \leqq C^m \quad (^1).$$

La démonstration de ce que C^m est bien la limite supérieure de $|\alpha|$ se fera identiquement comme dans ma Note précédente. On verra, en suivant le raisonnement à l'endroit cité de M. Darboux, qu'on peut exprimer C au moyen de fonctions eulériennes; il suffira de poser, dans la formule (43) du § 136 de son Ouvrage, $\lambda = \frac{1}{m}$, $\mu = \frac{1}{n}$, $\nu = \frac{1}{p}$. Le cas le plus intéressant est celui où la fonction $f(x)$ est régulière dans le cercle $|x| \leqq 1$ et n'y admet pas la valeur 1, tandis que toutes ses racines, pour les valeurs de x différentes de zéro, sont d'ordre divisible par m. Dans ce cas, il faudra faire $n = p = \infty$, et l'on aura

$$(3) \qquad A(m) = C^m = \frac{\Gamma^m\left(1+\frac{1}{m}\right)\Gamma^{2m}\left(\frac{1}{2}-\frac{1}{2m}\right)}{\Gamma^m\left(1-\frac{1}{m}\right)\Gamma^{2m}\left(\frac{1}{2}+\frac{1}{2m}\right)}.$$

En se servant de la formule connue

$$\Gamma\left(z+\frac{1}{2}\right) = \frac{\sqrt{\pi}}{2^{2z}}\frac{\Gamma(2z+1)}{\Gamma(z+1)},$$

on obtient

$$A(m) = 16\frac{\Gamma^m\left(1-\frac{1}{m}\right)\Gamma^{2m}\left(1+\frac{1}{2m}\right)}{\Gamma^m\left(1+\frac{1}{m}\right)\Gamma^{2m}\left(1-\frac{1}{2m}\right)}$$

et le développement de $\log\Gamma(1+x)$ suivant les puissances croissantes de x donne finalement

$$(4) \qquad \begin{cases} \log\frac{1}{16}A(m) = \sum_{n=1}^{\infty}\frac{2S_{2n+1}}{(2n+1)m^{2n}}\left(1-\frac{1}{2^{2n}}\right), \\ S_n = 1+\frac{1}{2^n}+\frac{1}{3^n}+\ldots. \end{cases}$$

---

(1) Je dois cette démonstration si élégante d'un théorème connu de M. Schwarz (*Ges. Abh.*, t. II, p. 108) à une communication orale de M. E. Schmidt.

Cette dernière formule dont tous les termes sont positifs montre que

$$A(2) > A(3) > A(4) > \ldots > 16;$$

le maximum de $A(m)$ est donc $A(2) = 19,1571\ldots.$

Le cas limite où la fonction $f(x)$ n'admet, en tout point du cercle $|x| \leqq 1$ différant de $x = 0$, ni la valeur un ni la valeur zéro, pourrait être traité en posant dans la formule (4) $m = \infty$, ce qui donne $|\alpha| \leqq 16$; on traite plus directement ce dernier problème en se servant de la fonction

$$\Omega = e^{i\pi\tau(y)} = \frac{1}{16}y + \frac{1}{32}y^2 + \frac{21}{1024}y^3 + \ldots,$$

$\tau(y)$ désignant la fonction modulaire elliptique. Il est intéressant de constater que cette dernière fonction est, à la constante π près, précisément celle que M. Picard a employée il y a plus de vingt-cinq ans.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants intégraux.* Note de M. E. **Goursat**, présentée par M. Appell.

1. Les relations entre les intégrales d'un système d'équations différentielles et les invariants intégraux correspondants ont déjà été étudiées par MM. Poincaré, Kœnigs, de Donder et d'autres. La Note ci-dessous a pour but de répondre à la question suivante :

Étant donnés un système d'équations différentielles

$$(1) \qquad \frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_n}{X_n} = dt,$$

où les X_i ne renferment pas t, et un invariant intégral du premier ordre

$$(2) \qquad J_1 = \int A_1\, dx_1 + A_2\, dx_2 + \ldots + A_n\, dx_n,$$

relatif à toute ligne fermée, quel parti peut-on tirer de la connaissance de cet invariant pour simplifier l'intégration du système (1)?

Pour que J soit un invariant intégral relatif, il faut et il suffit que l'intégrale

$$(3) \qquad \frac{dJ}{dt} = \int_{(L)} \sum_{i=1}^{n} \left[X(A_i) + A_1 \frac{\partial X_1}{\partial x_i} + A_2 \frac{\partial X_2}{\partial x_i} + \ldots + A_n \frac{\partial X_n}{\partial x_i} \right] dx_i,$$

étendue à une ligne fermée quelconque, soit nulle, c'est-à-dire que l'expression sous le signe intégral soit une différentielle exacte. En posant

$$X(f) = X_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + X_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \ldots + X_n \frac{\partial f}{\partial x_n},$$

$$a_{ik} = \frac{\partial A_i}{\partial x_k} - \frac{\partial A_k}{\partial x_i},$$

les conditions d'intégrabilité s'écrivent

$$(4) \qquad X(a_{ik}) + \sum_{h=1}^{n}\left(a_{ih}\frac{\partial X_h}{\partial x_k} - a_{kh}\frac{\partial X_h}{\partial x_i}\right) = 0 \qquad (i, k = 1, 2, \ldots, n).$$

2. Cela étant, posons

$$(5) \qquad \mu_i = a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \ldots + a_{in}X_n;$$

on a

$$(6) \qquad \mu_1 X_1 + \mu_2 X_2 + \ldots + \mu_n X_n = 0,$$

en vertu des relations $a_{ik} + a_{ki} = 0$. D'autre part, des conditions (4), jointes aux relations

$$\frac{\partial a_{ik}}{\partial x_h} + \frac{\partial a_{kh}}{\partial x_i} + \frac{\partial a_{hi}}{\partial x_k} = 0,$$

on déduit aisément que

$$(7) \qquad \mu_1 dx_1 + \mu_2 dx_2 + \ldots + \mu_n dx_n$$

est une différentielle exacte. Donc, *si toutes les expressions μ_i ne sont pas nulles, on déduit de l'invariant relatif* J_1 *une combinaison intégrable*

$$\mu_1 dx_1 + \mu_2 dx_2 + \ldots + \mu_n dx_n = 0$$

du système (1).

Ce théorème s'applique encore si J_1 est un invariant absolu.

Dans ce cas, on a

$$\mu_1 dx_1 + \ldots + \mu_n dx_n = d(A_1 X_1 + \ldots + A_n X_n),$$

et l'on retrouve un théorème de M. Poincaré.

3. La méthode paraît illusoire si toutes les expressions μ_i sont nulles, c'est-à-dire si l'on a

$$(8) \qquad a_{i1}X_1 + a_{i2}X_2 + \ldots + a_{in}X_n = 0 \qquad (i = 1, 2, \ldots, n),$$

ce qui exige que le déterminant des a_{ik} soit nul. Les équations

$$(9) \qquad a_{i1}\,dx_1 + a_{i2}\,dx_2 + \ldots + a_{in}\,dx_n = 0$$

sont alors des conséquences des équations (1). Le déterminant des a_{ik} étant nul, les équations (9) se réduisent à p équations distinctes ($p \leqq n-1$), et ces p équations forment un système *complètement intégrable* ([1]), dont les $n-p$ intégrales sont aussi des intégrales du système (1). On peut donc dans ce cas déduire de l'invariant J_1 un système complet de $n-p$ équations de même forme que $X(f) = 0$, dont les p intégrales sont aussi des intégrales de $X(f) = 0$.

Si $p = n - 1$, cas qui ne peut se présenter que si n est impair, ce système complet se réduit à une équation unique $A(f) = 0$, équivalente à l'équation $X(f)0$. Mais on déduit aisément des propriétés des déterminants symétriques gauches un multiplicateur du système (1).

En résumé, lorsque l'on connaît un invariant intégral *relatif* du premier ordre de la forme (2) des équations (1), on peut *former une combinaison intégrable de ces équations, ou obtenir un système complet dont les p intégrales* ($p < n - 1$) *sont aussi des intégrales de* $X(f) = 0$, *ou trouver un multiplicateur.*

4. Il existe des théorèmes analogues pour les invariants relatifs d'ordre p. Supposons par exemple $p = 2$, et soit

$$J_2 = \iint \Sigma\, A_{ik}\, dx_i\, dx_k$$

un invariant intégral du système (1) pour toutes les multiplicités *fermées* à deux dimensions. De cet invariant J_2 on peut déduire un invariant absolu I_2 du même système

$$I_2 = \iint \Sigma\, \mu_{ik}\, dx_i\, dx_k,$$

pour lequel l'expression $\Sigma\, \mu_{ik}\, dx_i\, dx_k$ est une différentielle totale exacte. Cet invariant I_2 fournit lui-même un invariant intégral relatif du premier ordre

$$J_1 = \int \lambda_1\, dx_1 + \ldots + \lambda_n\, dx_n,$$

([1]) *Voir* le Mémoire de M. Darboux *Sur le problème de Pfaff* (*Bulletin des Sciences mathématiques*, 1882).

mais il est à remarquer que pour cet invariant toutes les quantités μ_i définies par les formules (5) sont nulles, et l'on se trouve dans le cas exceptionnel examiné plus haut.

Il peut arriver aussi que tous les coefficients de μ_{ik} soient nuls, et l'invariant I_2 disparaît. On peut alors déduire des équations (1) un système complètement intégrable d'équations aux différentielles totales tout à fait analogue au système (9), et qui conduit à des conclusions identiques.

ÉLECTRICITÉ. — *Appareil pour l'étude des courants téléphoniques.* Note [1] de MM. **Henri Abraham** et **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. J. Violle.

1. La difficulté des mesures à faire en téléphonie tient, d'une part, à ce que les courants étudiés ont des centaines de périodes par seconde et, d'autre part, à ce que l'on ne dispose que d'une puissance très faible, bien inférieure au microwatt.

Le galvanomètre à cadre mobile pour courants alternatifs de toutes fréquences, décrit antérieurement par l'un de nous [2], se trouve être beaucoup plus sensible qu'il ne serait strictement nécessaire pour déceler les courants téléphoniques usuels.

Cet instrument pouvait donc être utilisé tant pour les mesures de forces électromotrices que pour les mesures d'intensités, en n'empruntant jamais qu'une très faible fraction de l'énergie disponible, de telle sorte que la mise en circuit des appareils de mesure ne produirait aucune perturbation appréciable dans le régime des courants.

L'objet de cette Note est d'indiquer moyennant quelles dispositions *le même appareil a pu être utilisé pour déterminer non seulement les amplitudes, mais encore les phases et la puissance des courants téléphoniques.*

2. Rappelons d'abord qu'il s'agit d'un galvanomètre à cadre mobile dont le champ est créé par un électro-aimant feuilleté que l'on excite avec un courant alternatif de même fréquence que le courant téléphonique [3].

---

[1] Présentée dans la séance du 27 mai 1907.

[2] Henri Abraham, *Comptes rendus,* t. CXLII, 1906, p. 993.

[3] Le courant de l'électro-aimant et le courant téléphonique doivent être empruntés au même alternateur. Nous avons utilisé un alternateur à 500 périodes que la maison Gramme a construit, il y a plusieurs années, pour l'École Normale. Des expériences de

Les entrefers du circuit magnétique sont relativement importants, et le fer est employé loin de la saturation. Le champ magnétique suit donc presque rigoureusement, en amplitude et en phase, les variations du courant d'excitation, et l'appareil fonctionne comme un véritable électrodynamomètre.

Dès lors, si l'on représente le courant d'excitation par

$$I \sin \omega t$$

et le courant qui traverse le cadre par

$$i \sin(\omega t + \varphi),$$

la déviation est proportionnelle à

$$I i \cos \varphi.$$

Si nous supposons maintenant que nous changions d'un quart de période la différence de phase des deux courants sans rien changer aux amplitudes, la nouvelle déviation sera proportionnelle à

$$I i \sin \varphi.$$

L'ensemble des deux mesures donnera donc l'intensité et la phase, pourvu que l'appareil ait pu être étalonné avec un courant d'intensité connue, en concordance de phase avec le courant d'excitation.

Tout cela est bien connu, et le problème consiste, somme toute, à se procurer commodément deux forces électromotrices d'amplitudes égales, dont l'une soit exactement en concordance de phase et l'autre exactement en quadrature avec le courant d'excitation, ou plutôt avec le champ magnétique du galvanomètre.

3. La force électromotrice en phase est obtenue en prenant une dérivation sur une résistance sans self-induction faisant partie du circuit d'excitation.

Cette force électromotrice est exactement en phase avec le courant d'excitation, mais elle peut présenter, avec le champ magnétique du galvanomètre, une différence de phase d'ailleurs très petite. Si l'on veut faire des mesures tout à fait correctes, on rétablit l'identité de phase au moyen d'un condensateur mis en dérivation sur la résistance. On contrôle cette identité de phase en s'assurant que l'on ne produit aucune déviation du galvanomètre en envoyant dans le cadre mobile le courant obtenu quand on ferme le circuit par un condensateur de faible capacité.

La force électromotrice en quadrature s'obtient, plus simplement

---

résonance sur self-induction et capacité nous ont montré que le courant de l'alternateur était suffisamment dépourvu d'harmoniques.

encore, en enroulant quelques tours de fil bien isolé autour des pièces polaires de l'électro-aimant du galvanomètre. La force électromotrice ainsi créée est bien en quadrature avec le champ magnétique, car elle donne, dans une résistance sans self-induction, un courant qui est sans action sur le galvanomètre.

Il ne reste plus, enfin, qu'à régler l'égalité d'amplitude des deux forces électromotrices. Ce réglage peut être fait au moyen d'un voltmètre thermique ordinaire, car les forces électromotrices à égaliser sont de l'ordre de quelques volts.

Ces dispositifs nous ont permis d'entreprendre un ensemble de mesures assez étendu pour l'étude des appareils et des lignes téléphoniques.

PHYSIQUE. — *A propos du condensateur parlant.* Note de M. **Pierre Sève**, présentée par M. J. Violle.

Les forces qui agissent sur les armatures d'un condensateur étant proportionnelles au carré de la différence de potentiel, il en résulte que les sons rendus par un condensateur dans lequel on envoie un courant téléphonique doivent être notablement altérés. Si, par exemple, la force électromotrice est une force électromotrice alternative $e = a \sin \omega t$, les attractions, proportionnelles à $\sin^2 \omega t$ ou à $1 - \cos 2\omega t$, feront chanter le condensateur à l'octave aiguë du courant. Les sons musicaux seront transmis à l'octave, mais la parole sera méconnaissable. L'artifice de M. Argyropoulos ([1]), qui consiste dans l'adjonction d'un voltage continu notable, permet d'obtenir, comme l'a fait remarquer M. Marcel Deprez ([2]), des variations d'attraction proportionnelles à la force électromotrice du courant et d'amplitude beaucoup plus grande.

Il en résulte que non seulement les actions mécaniques seront plus énergiques et partant le son plus intense, mais qu'étant analogues à celles qui s'exercent sur une membrane téléphonique ordinaire, elles pourront reproduire assez exactement la parole. C'est ainsi qu'avec une force électromotrice alternative $e = a \sin \omega t$, l'expression de l'attraction comprendra un terme prépondérant en $\sin \omega t$: le condensateur chantera à l'unisson du courant.

([1]) *Comptes rendus,* séance du 6 mai 1907.
([2]) *Comptes rendus,* séance du 13 mai 1907.

Il m'a été facile de vérifier ces faits sur un condensateur avec lequel nous avions répété, M. Villard et moi, l'expérience de M. Argyropoulos [1]. En mettant ses deux armatures en communication avec les pôles du Secteur de la Rive gauche ou d'un alternateur à 500 périodes, on entendait les sons 84 ou 1000, tandis qu'en surajoutant, à l'aide d'une batterie de petits accumulateurs, un voltage continu suffisant (270 volts par exemple) on entendait les sons fondamentaux 42 et 500, et naturellement avec beaucoup plus d'intensité.

L'analogie de l'artifice de M. Argyropoulos avec le montage *hétérostatique* des électroscopes est évidente. Il procure les deux avantages de ce montage (sensibilité et proportionnalité). La polarisation des noyaux joue le même rôle dans les récepteurs téléphoniques ordinaires. Les mêmes remarques s'appliqueraient à un récepteur calorifique qui ne pourrait être sensible et fidèle qu'à la condition d'être traversé par un courant continu auxiliaire.

PHYSIQUE. — *Pyromètre enregistreur à plaque photographique fixe*. Note de M. Wologdine, présentée par M. Le Chatelier.

L'appareil que je propose est destiné principalement aux travaux de laboratoire. Il a pour but de simplifier la manipulation dans les déterminations des courbes de refroidissement et d'échauffement des corps divers, surtout des métaux et de leurs alliages, en se servant du couple thermoélectrique de M. Le Chatelier.

La méthode Roberts-Austen permet d'enregistrer les courbes de refroidissement en fonction du temps sur une plaque photographique animée d'un mouvement uniforme; elle présente les inconvénients dus au principe même de la méthode. J'ai pu obtenir les mêmes résultats en employant une plaque photographique fixe; pour cela, je réalise le déplacement du rayon lumineux au moyen d'un miroir tournant autour d'un axe horizontal, proportionnellement au temps.

---

(1) Ce condensateur, formé d'une dizaine de feuilles d'étain séparées par des doubles de papier pelure ordinaire, avait une capacité plus faible que celui de M. Argyropoulos; aussi avions-nous remplacé le transformateur de M. Argyropoulos dont le rapport de transformation était égal à 1 par un transformateur pour téléphones où il était égal à 5 environ. Dans ces conditions l'expérience est aisée à répéter. Les paroles et les chants sont transmis à haute voix et distinctement.

Le dispositif servant pour l'enregistrement (galvanomètre, miroir et accessoire) est placé dans une chambre noire, tandis que les appareils à l'aide desquels est dirigé le mouvement du miroir, la source lumineuse et les fils du couple se trouvent au dehors.

Le rayon lumineux, fourni par une source quelconque (bec Auer, par exemple), pénètre dans la chambre noire par un petit trou placé au foyer principal d'une lentille; il se réfléchit ensuite sur le miroir du galvanomètre qui le renvoie sur le miroir oscillant; après cette deuxième réflexion, il traverse une lentille au foyer principal de laquelle se trouve la plaque photographique fixe.

Le miroir oscillant étant supposé immobile, toute déviation du galvanomètre produira sur la plaque photographique le déplacement de l'image dans un sens horizontal. Au contraire, le miroir tournant autour de son axe horizontal et le galvanomètre restant immobile, l'image d'un point lumineux se déplacera dans le sens vertical. Le miroir oscillant et le galvanomètre fonctionnant simultanément, on aura un mouvement composé de deux déplacements, l'un horizontal, l'autre vertical; il s'inscrira alors sur la plaque photographique une courbe dont les deux coordonnées deviennent, l'une la température, l'autre le temps.

Le mouvement du miroir oscillant peut être réalisé soit à l'aide d'un mouvement d'horlogerie, soit à l'aide d'une disposition hydraulique.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Appareil continu à pression constante, pour la préparation de l'oxygène dans les cours et pour l'analyse.* Note de M. **Gustave-D. Hinrichs**, présentée par M. A. Haller.

La Note instructive de MM. Seyewetz et Poizat (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 86) m'encourage à présenter la méthode simple et élégante que j'ai employée pendant une vingtaine d'années, dans mes cours et dans mon laboratoire, pour obtenir couramment l'oxygène pur et à pression constante, sans autres appareils qu'un kipp. Un seul remplissage de liquide donne aisément 1^{hl} d'oxygène, suffisant pour des expériences de combustion. On peut aussi démontrer tous les effets du chalumeau oxyhydrique sans autres appareils que deux kipps, l'un pour l'oxygène, l'autre pour l'hydrogène [1].

La génération de l'oxygène se fait dans un kipp chargé de gros morceaux de pyrolusite compacte, bien lavés pour exclure toute poussière de minerai. Le réactif liquide est l'eau oxygénée commerciale (à 10^{vol}, ou mieux à 20^{vol} ou 30^{vol}) qui a été fortement acidulée par $\frac{1}{12}$ de son volume d'acide sulfurique concentré, ajouté peu à peu en maintenant le liquide à une basse température. L'action dans le kipp est aussi prompte et

(1) Cette méthode est indiquée page 170 de mon Ouvrage *General Chemistry*.

régulière que le dégagement de l'hydrogène par le zinc et l'acide chlorhydrique. Dans les deux cas la condition principale est identique; il faut que la masse solide soit en abondance et qu'elle remplisse presque complètement le réservoir moyen.

On obtient avec un kipp à 2^l de réactif 40^l d'oxygène si l'eau oxygénée est à 10^{vol}; 1^{hl} si cette eau oxygénée est à 25^{vol}.

Ménagement du kipp. — Aucun kipp ne maintenant la pression indéfiniment, il faut relever cette pression quand le cours est fait. Pour cela je fais usage de la simple modification suivante (que l'on comprendra mieux par le renvoi à la figure 184, p. 249 des *Manipulations de Chimie,* de Jungfleisch, 2e édit., Paris, 1893).

On fixe solidement un tube de caoutchouc moyennant un court tube de verre et d'un bouchon dans la tubulure (D) de la boule inférieure; ce tube sera retenu par un fil de cuivre près du goulot (L) du vase inférieur et est inséré dans le tube (LP) du vase supérieur jusqu'au niveau de l'étranglement du vase inférieur. Pour vider le réactif on n'a qu'à tirer ce tube de caoutchouc du vase (en le comprimant), l'insérer dans le col du flacon à recevoir le réactif, le tube fonctionnant comme siphon. Quand le liquide est descendu jusqu'au niveau de la tubulure (D), on remet le bas du tube de caoutchouc à sa place indiquée dans le vase supérieur (MLP) et le kipp est prêt pour le jour suivant; on n'a qu'à y verser le réactif par un entonnoir dans le vase supérieur sans déplacer le tube de caoutchouc.

Les combustions dans l'oxygène se font dans des tubes à combustion en verre de Bohême ou d'Iéna, la substance à brûler étant placée dans une nacelle de porcelaine (disposée sur un peu de chaux vive ou de magnésie dans les cas où il y aurait danger de casser le tube). Le tube à combustion est rattaché au kipp par une colonne à dessécher et une éprouvette Drechsel à acide sulfurique concentré pour indiquer et régler le débit de l'oxygène. A l'autre extrémité le tube à combustion est rattaché à un dispositif de Drechsel pour l'examen physique et chimique des produits de la combustion. Pour chaque genre de combustion on a soin de préparer à l'avance le tube et son dispositif qu'on fixe à l'appareil au moyen de caoutchoucs de façon à pouvoir montrer, presque sans interruption, toutes les combustions classiques avec les caractères physiques et chimiques des produits qui en résultent.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du tétrachlorure de silicium sur l'argent et sur le cuivre.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. A. Haller.

Antérieurement (1) nous avons publié les résultats de nos recherches touchant l'action du tétrachlorure de silicium sur le fer, le cobalt, le nickel et le chrome.

---

(1) É. Vigouroux, *Action du chlorure de silicium sur le fer,* etc. (*Comptes rendus,* t. CXL, p. 828; *Ibid.,* t. CXLII, p. 635; *Ibid.,* t. CXLII, p. 1270; *Ibid.,* t. CXLIV, p. 83).

Cas de l'argent. — Ce métal, à l'état de poudre assez fine, placé dans une nacelle en porcelaine contenue dans un tube de même nature, est chauffé au four Mermet dans la vapeur de chlorure de silicium pendant 3h environ, un courant d'hydrogène ayant balayé l'intérieur de l'appareil avant et après l'opération, et la fusion du culot n'ayant été provoquée que vers la fin de la chauffe. Dans une *première action*, 30g d'argent pur ainsi traités fournissent un lingot parfaitement fondu, recouvert de chlorure d'argent que l'on enlève avec de l'ammoniaque. Son poids est de 27g,5; d'où perte de 8,33 pour 100. Dans une *seconde action*, 26g,5 du lingot précédent, fragmentés et traités de la même façon, donnent un produit également fondu pesant 26g très peu chargé de chlorure d'argent, le lingot ayant vraisemblablement atteint trop rapidement son point de fusion. Mais les expériences rapportées par Percy (1) et surtout les beaux résultats de H. Moissan d'abord, de H. Moissan et Siemens (2) ensuite, ayant péremptoirement démontré l'absence de combinaison entre le silicium et l'argent, nous n'avons pas insisté.

Un premier dosage effectué sur 0g,4936 prélevés sur le lingot provenant de la première action a montré, en effet, qu'il était exempt de silicium libre ou combiné; il en est de même d'un second portant sur le culot final. Enfin, la majeure partie de ce dernier, soit 20g, attaquée par l'acide azotique, n'abandonnait pas de dépôt appréciable; après séparation de l'argent à l'état de chlorure, évaporation et insolubilisation de la totalité de la liqueur, on obtenait un très faible résidu auquel l'acide fluorhydrique n'enlevait que 0g,0026. Ce dernier, compté comme silicium combiné, n'en représenterait que 0g,006 pour 100 dans cet argent et encore ce chiffre comprendrait le poids de la silice provenant des cendres du filtre. Le tétrachlorure ainsi traité ne passe pas en totalité autour de 60°; il en distille vers 90°, puis entre 120° et 130° surtout et un peu au-dessus. Sa réduction en sesquichlorure doit avoir lieu conformément aux indications fournies par Friedel et Ladenburg (3) à propos du tétraiodure (4).

Cas du cuivre. — Dans une *première série* d'expériences, les vapeurs de chlorure de silicium étaient dirigées sur 100g de cuivre chauffé à l'aide d'un four susceptible de donner 1200°, dans une nacelle en porcelaine contenue dans un tube de même nature. Au bout de plusieurs heures de chauffe on obtenait, outre le chlorure cuivreux, un lingot fondu, assez malléable, à surface sillonnée de nombreuses stries, qui ne pesait guère plus de 80g.

La même action réitérée un certain nombre de fois sur le même alliage préalablement concassé finissait par laisser son poids sensiblement constant; à ce moment, on

---

(1) Percy, *Silver and Gold*, t. L, p. 131.

(2) H. Moissan et Siemens, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 657 et 1299.

(3) Friedel et Ladenburg, *Comptes rendus*, t. LXVIII, 1869, p. 922.

(4) En opérant sur de l'argent vierge du commerce, nous avons obtenu, même vers 1200°, un résidu non fondu, très chargé en chlorure d'argent, dans lequel se trouvaient de nombreuses particules de carbone. C'était la présence de ce dernier qui, maintenant le métal à l'état de division, facilitait les contacts et partant l'action des deux corps réagissants. Ce carbone pourrait être le résultat de la préparation de l'argent à l'aide de substances organiques.

mettait fin aux opérations. Le cuivre silicié obtenu conservait sa malléabilité, son aspect rougeâtre, s'attaquait aisément par l'acide azotique, mais très difficilement ou nullement dans les autres acides, ainsi que dans les liqueurs alcalines. Son dosage a fourni les chiffres I et II, le cuivre étant déterminé par électrolyse. Une *seconde série* d'expériences effectuée au four Mermet, comme pour l'argent, amenait les résultats III et IV. Enfin une *troisième série*, portant sur un cuivre chimiquement pur (les produits précédents renfermaient des traces de fer) donnait un produit comparable aux deux autres et les résultats V et VI, obtenus en insolubilisant en présence de l'acide chlorhydrique et en dosant le cuivre par électrolyse.

Résultats.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Cuivre pour 100....	97,04	96,80	96,80	96,72	97,45	97,40
Silicium combiné...	2,37	2,33	2,34	2,39	2,40	2,48
	99,41	99,13	99,14	99,11	99,85	99,88

Si l'on considère : 1° que les limites trouvées par nous dans les cas où le métal se combinait avec le silicium correspondaient à des formules définies (cas du fer, nickel, chrome, etc.); 2° qu'un peu de cuivre libre peut persister dans le culot présumé saturé, l'alliage passant facilement à l'état liquide, et cela dès que la teneur en silicium combiné correspond à celle de l'eutectique cuivre et siliciure supposé, ce qui a pour effet de réduire les surfaces de contact à une nappe liquide, et partant de rendre difficile l'absorption ultérieure du silicium, on peut admettre que la limite de siliciuration du cuivre par le chlorure de silicium en excès tend vers la teneur centésimale 2,7 correspondant à $Cu^{16}Si$, chiffre qui constituerait une limite inférieure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation des éthers-sels des acides gras α-bromés en éthers-sels des acides gras α-iodés.* Note de MM. F. **Bodroux** et F. **Taboury**, présentée par M. Troost.

L'un de nous ayant montré dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1597) que le chloracétate d'éthyle réagit sur l'éthéroiodure de magnésium en se transformant en iodacétate d'éthyle, nous nous sommes demandé si le bromacétate d'éthyle et, d'une manière générale, les éthers des acides gras α-bromés ne feraient pas double décomposition avec le même réactif

$$2R - CHBr - COOC^2H^5 + MgI^2 = 2R - CHI - COOC^2H^5 + MgCl^2.$$

L'expérience est venue vérifier nos prévisions. Le mode opératoire employé a été le suivant :

Dans la solution éthérée d'iodure de magnésium obtenue en faisant réagir l'iode sur la tournure de magnésium en présence d'un grand excès d'oxyde d'éthyle, l'éther halogéné est rapidement introduit. Une réaction énergique se déclare bientôt et se termine au bout de quelques minutes. Après 30 minutes de repos, le contenu du ballon, qui s'est coloré en noir par suite de la mise en liberté d'un peu d'iode, est traité par l'eau : la couche éthérée, après lavage, est décantée, agitée avec du mercure jusqu'à décoloration ; puis, l'oxyde d'éthyle ayant été éliminé, le résidu est rectifié sous pression réduite.

Le rendement en produit iodé brut est sensiblement théorique.

Nous avons ainsi transformé :

Le *bromacétate d'éthyle* en *iodacétate d'éthyle*, liquide bouillant à 85°-86° sous 25^{mm}; $d_{24} = 1,762$;

L'*α-bromopropionate d'éthyle* en *α-iodopropionate d'éthyle*, liquide bouillant à 85° sous 38^{mm}; $d_{17} = 1,662$;

L'*α-bromobutyrate d'éthyle* en *α-iodobutyrate d'éthyle*, liquide bouillant à 100°-101° sous 21^{mm}; $d_{17} = 1,570$.

Les composés iodés précédents sont peu stables : ils se décomposent rapidement, avec mise en liberté d'iode sous l'influence de la lumière et de la chaleur. A la température ordinaire, ils émettent des vapeurs très irritantes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle méthode de synthèse des composés biprimaires contenant un nombre impair d'atomes de carbone : diméthoxyheptane* 1.7 $CH^3O(CH^2)^7OCH^3$. Note de M. **J. Hamonet**, présentée par M. G. Lemoine.

D'une manière générale il est toujours possible de passer d'un composé biprimaire, éther-oxyde, iodure, etc., à son homologue immédiatement supérieur, en employant la réaction d'un éther méthylique halogéné sur les dérivés magnésiens des éthers halogénés polyméthyléniques [1] :

$$RO(CH^2)^nMgX + XCH^2OR' = MgX^2 + RO(CH^2)^{n+1}OR'.$$

---

[1] Je l'ai montré dans une Note présentée à l'Académie le 18 avril 1904 (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 975).

Cependant, quand il s'agit d'atteindre par des réactions successives des termes un peu élevés d'une série, cette méthode est longue et pénible. J'ai pensé qu'on pourrait, du moins pour les composés contenant un nombre impair de carbones, abréger considérablement la suite des opérations.

En effet, si, au lieu d'un éther méthylique halogéné, on fait réagir un éther formique HCO^2R sur le dérivé magnésien $RO(CH^2)^nMgX$, il se produit avec l'eau un diéther d'une glycérine symétrique

$$RO(CH^2)^nCHOH(CH^2)^nOR$$

(voir *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 1244). Ce diéther-alcool traité par le trichlorure de phosphore donne un diéther chloré $RO(CH^2)^nCHCl(CH^2)^nOR$, dont il suffit de remplacer le chlore par un atome d'hydrogène, pour le transformer en un diéther biprimaire $RO(CH^2)^{2n+1}OR$ contenant $(2n+1)$ carbones, quand l'éther polyméthylénique halogéné contient n carbones.

La suite de ces transformations a été réalisée sur la diméthyline de l'heptanetriol 1.4.7 et le *diméthoxychloroheptane*

$$CH^3O-(CH^2)^3-CHCl-(CH^2)^3-OCH^3,$$

dont j'ai décrit précédemment la préparation et les propriétés (*Comptes rendus*, ibid.).

Evidemment, rien ne serait plus facile que de substituer un atome d'hydrogène au chlore du diméthoxychloroheptane, si l'on pouvait en obtenir le dérivé magnésien $(CH^3OCH^2CH^2CH^2)^2CHMgCl$, mais je n'ai pas réussi à le former. J'ai pu d'ailleurs réaliser assez facilement l'hydrogénation par l'action du sodium en fil sur la solution de mon diméthoxychloroheptane dans l'éther additionné d'acide chlorhydrique gazeux. On enlève des traces de chlore, restant après cette opération, en faisant digérer quelque temps le produit avec du sodium en fil.

Le liquide obtenu est très mobile; il bout à 189°-190°; il a une odeur de fruits assez agréable. Densité à $18° = 0,860$. Son analyse a donné: C pour 100: 67,27 et 67,33; H pour 100: 12,31 et 12,40; le calcul demande pour $CH^3O(CH^2)^7OCH^3$, C pour 100: 67,50; H pour 100: 12,50. C'est donc bien la *diméthyline de l'heptanediol* que j'ai ainsi préparée, et sa constitution biprimaire ne peut être mise en doute.

Mon intention n'est pas d'en continuer l'étude, parce que M. R. Dionneau a déjà, par une autre méthode, obtenu plusieurs dérivés de l'heptanediol 1.7 dont il fait l'objet de ses recherches. Je veux seulement faire remarquer que l'on connaît encore trois éthers-oxydes halogénés, qui ont

fourni des dérivés magnésiens : la bromoamyline du butanediol

$$C^5H^{11}O(CH^2)^4Br$$ (1),

la bromoamyline du pentanediol 1.5. $C^5H^{11}O(CH^2)^5Br$ (2), la bromoéthyline et l'iodométhyline de l'hexanediol $CH^3O(CH^2)^6I$ (3). Par la réaction que je viens de décrire ces corps donneraient les éthers biprimaires en C^9, C^{11}, C^{13}, et l'on est autorisé à croire que cette méthode pourrait au besoin s'appliquer encore à tous leurs homologues $RO(CH^2)^nBr$.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse des auramines au moyen des éthers oxaliques.* Note (4) de M. **A. Guyot**, présentée par M. A. Haller.

Albrecht (*Ber. d. deutsch. chem. Gesell.*, t. XXVII, p. 1408) a montré autrefois que l'acide tétraméthyldiamidodiphényl-amidoacétique de constitution suivante :

$$\begin{matrix}(CH^3)^2N-C^6H^4 \\ (CH^3)^2N-C^6H^4\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}NH^2 \\ CO^2H\end{matrix}$$

perd 1^{mol} d'anhydride carbonique et 1^{mol} d'eau lorsqu'on l'oxyde par l'acide nitreux et donne l'auramine tétraméthylée, conformément à l'équation

$$\begin{matrix}(CH^3)^2N-C^6H^4 \\ (CH^3)^2N-C^6H^4\end{matrix}\!\!>C<\!\!\begin{matrix}NH^2 \\ CO^2H\end{matrix} + O = CO^2 + H^2O + \begin{matrix}(CH^3)^2N-C^6H^4 \\ (CH^3)^2N-C^6H^4\end{matrix}\!\!>C=NH.$$

Toutefois l'expérience d'Albrecht ne saurait être considérée comme une nouvelle synthèse de l'auramine, l'acide tétraméthyldiamidodiphénylamidoacétique employé par ce savant ne pouvant être obtenu jusqu'alors qu'à partir de l'auramine elle-même.

Or, en poursuivant l'étude des éthers tétraalcoyldiamidodiphénylglycoliques, deuxièmes termes de condensation des éthers oxaliques avec les amines aromatiques tertiaires (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1120), j'ai observé que l'ammoniaque, même très étendue, précipite les solutions aqueuses bleu indigo des sels neutres que forment ces éthers avec les

(1) Hamonet, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 975.
(2) Hamonet, *Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 1609.
(3) R. Dionneau, *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 91.
(4) Présentée dans la séance du 27 mai 1907.

acides en donnant, non pas l'hydrol correspondant comme on pouvait s'y attendre, mais bien un éther tétraméthyldiamidodiphényl-amidoacétique, conformément à l'équation suivante :

$$\begin{matrix} R^2N - C^6H^4 \\ R^2N - C^6H^4 \end{matrix} \!\!>\! C \!<\! \begin{matrix} Cl \\ CO^2R' \end{matrix} + 2NH^3 = NH^4Cl + \begin{matrix} R^2N - C^6H^4 \\ R^2N - C^6H^4 \end{matrix} \!\!>\! C \!<\! \begin{matrix} NH^2 \\ CO^2R' \end{matrix}.$$

Ces nouveaux composés ne sont autres que des leucauramines exocarboxylées et jouissent de toutes les propriétés des leucauramines elles-mêmes. Comme ces dernières, ils se dissolvent dans l'acide acétique glacial avec une coloration bleu intense et se condensent avec les amines aromatiques tertiaires, en milieu neutre ou acide, pour donner par perte d'ammoniac des dérivés du triphénylméthane. En particulier, j'ai reproduit avec un rendement rigoureusement quantitatif l'hexaméthyltriamidotriphénylacétate d'éthyle décrit dans une précédente Note (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1122), en chauffant quelques minutes au bain-marie un mélange équimoléculaire de diméthylaniline et de tétraméthyldiamidodiphényl-amidoacétate d'éthyle en solution dans l'acide acétique cristallisable. L'équation suivante rend compte de cette réaction :

$$\begin{matrix} (CH^3)^2N - C^6H^4 \\ (CH^3)^2N - C^6H^4 \end{matrix} \!\!>\! C \!<\! \begin{matrix} NH^2 \\ CO^2C^2H^5 \end{matrix} + C^6H^5 - N(CH^3)^2 = \begin{matrix} (CH^3)^2N - C^6H^4 \\ (CH^3)^2N - C^6H^4 \end{matrix} \!\!>\! C \!<\! \begin{matrix} C^6H^4 - N(CH^3)^2 \\ CO^2 - C^2H^5 \end{matrix} + NH^3.$$

Pour passer de ces éthers tétraalcoyldiamidodiphényl-amidoacétiques aux auramines correspondantes, j'ai tout d'abord songé à utiliser la réaction d'Albrecht, c'est-à-dire à oxyder par l'acide nitreux les acides dérivés de ces éthers par saponification. Après quelques essais peu satisfaisants, il m'a semblé que l'emploi de l'acide nitreux, comme oxydant, était assez mal choisi, la molécule de nos acides renfermant un groupe NH^2 qu'il faut avant tout protéger. Guidé par cette considération, je me suis adressé au ferricyanure de potassium; je l'emploie en solution étendue que je laisse couler en mince filet dans une solution diluée et froide de l'acide dans la soude caustique prise en léger excès. L'oxydation est instantanée et l'auramine se précipite aussitôt en feuillets incolores possédant sans autre purification le point de fusion donné par les auteurs. Le rendement est théorique.

Mes expériences ont surtout porté sur l'éther tétraméthyldiamidodiphénylglycolique et sur sa transformation en auramine tétraméthylée; mais je poursuis cette étude et je peux dès maintenant affirmer la généralité des réactions exposées dans cette Note.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action des organo-magnésiens sur les alcoylidènes cétones cycliques.* Note de M. HENRI DE BÉVILLE, présentée par M. A. Haller.

Il y a environ un an [1], MM. Haller et E. Bauer, en traitant le benzylidène-camphre par les organomagnésiens, obtinrent des composés répondant à la formule générale $C_8H_{14}\left\langle\begin{array}{l}C - CH\left\langle\begin{array}{l}R\\C_6H_5\end{array}\right.\\ \vert \\ CO\end{array}\right.$. C'est à la suite de ce travail que nous avons entrepris les mêmes réactions sur les alcoylidène-cyclohexanones et méthylcyclohexanones.

Nous exposons aujourd'hui une partie de ce travail.

I. *Action de l'iodure d'éthylmagnésium sur la benzylidène métaméthylcyclohexanone active.* — Nous avons traité d'après la méthode habituelle par l'iodure d'éthylmagnésium, une solution concentrée dans l'éther de 20g de benzylidène métaméthylcyclohexanone. Le produit brut de la réaction est constitué par un liquide épais, incolore, d'où nous avons séparé par addition d'un peu d'éther de pétrole 5g de produit cristallisé.

Celui-ci, recristallisé dans l'alcool éthylique, se présente sous l'aspect de très beaux cristaux blancs fondant à 135°. L'analyse de ce produit a donné les résultats conduisant à la formule $C^{16}H^{22}O$.

Le produit liquide séparé d'autre part nous a fourni après plusieurs rectifications sous pression réduite environ 6g de liquide incolore d'odeur agréable bouillant à 160°-162 sous 10mm. Nous n'avons pu encore l'obtenir à l'état de pureté absolue. Il semble cependant que ce soit le carbure $C^{16}H^{20}$.

II. *Action de l'iodure de propylmagnésium normal sur la benzylidène métaméthylcyclohexanone.* — Nous avons opéré sur 25g de benzylidène métaméthylcyclohexanone. Comme dans le cas précédent le produit brut de la réaction est un liquide épais, il est jaune clair. Par addition d'éther de pétrole nous en avons séparé 7g de produit cristallisé. Ce dernier, recristallisé dans l'alcool méthylique, est alors obtenu sous forme de petites aiguilles blanches fusibles à 84°. Son analyse nous a donné les nombres conformes à $C^{17}H^{24}O$.

Le produit liquide obtenu dans la même réaction a distillé à 180°-184° sous pression réduite de 14mm de mercure. Comme dans le cas précédent il n'a pu encore être obtenu à l'état de pureté, mais il semble être constitué pour la majeure partie par le carbure $C^{17}H^{22}$.

Nous communiquons dès à présent ces résultats en raison des récentes

---

[1] HALLER et E. BAUER, *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 971.

publications faites par M. Kohler « sur les réactions entre les composés organomagnésiens et les cétones cycliques non saturées [1] ».

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un nouveau type de bis-azoïque.* Note de M. **H. Duval**, présentée par M. A. Haller.

Le diaminodiphénylméthane dicarbonate d'éthyle se diazote normalement en solution fortement acide et à basse température, mais lorsque celle-ci s'élève ou que l'acidité de la liqueur n'est pas suffisante, le tétrazoïque formé réagit sur lui-même en donnant naissance à un composé bisazoïque mixte suivant la réaction

$$\overbrace{CO^2C^2H^5 - C^6H^3 - N = N - Cl \qquad Cl - N = N - C^6H^3 - CO^2C^2H^5}^{CH^2}$$

$$= \overbrace{CO^2C^2H^5 - C^6H^3 - N = N \qquad N = N - C^6H^3 - CO^2C^2H^5}^{C \,(\text{lié aux deux } N)} + 2HCl.$$

Le mode de préparation, l'analyse et les propriétés en fixent la constitution. L'action des acides sur ce composé est intéressante; l'acide sulfurique par exemple réagissant à chaud sur le bis-azodiphénylméthane dicarbonate d'éthyle, après en avoir saponifié les fonctions éthers, substitue une fonction oxhydryle à l'un des groupements azoïques, laissant l'autre intact suivant les équations

$$\overbrace{CO^2C^2H^5 - C^6H^3 - N = N \qquad N = N - C^6H^3 - CO^2C^2H^5}^{C \,(\text{lié aux deux } N)} + 3H^2O$$

$$= \overbrace{CO^2H - C^6H^3 - N = N \qquad HO - C^6H^3 - CO^2H}^{CH \,(\text{lié à } N)} + N^2 + 2C^2H^5OH.$$

Deux formules s'offrent pour représenter le produit qui prend naissance dans cette réaction, ce sont

$$\overbrace{CO^2H - C^6H^3 - N = N \qquad HO - C^6H^3 - CO^2H}^{CH \,(\text{lié à } N)}$$

et

$$\overbrace{CO^2H - C^6H^3 - N - NH \qquad HO - C^6H^3 - CO^2H}^{C \,(= N,\ \text{lié à } NH)},$$

---

[1] Kohler, *Chemical American Journal*, t. XXXVII, avril 1907, p. 369.

correspondant la première à un azoïque, la seconde à un dérivé indazylique. Les propriétés très différentes de ces deux classes de composés vont nous fixer rapidement; or tandis que le produit est insoluble dans les acides même concentrés et ne donne, avec l'anhydride acétique, qu'un dérivé monosubstitué sur la fonction phénol, que l'iodure d'éthyle est sans action, par contre l'amalgame de sodium le réduit facilement en fournissant un dérivé hydrazoïque que l'oxyde de mercure transforme à nouveau dans le produit primitif; nous devons donc adopter pour ce composé la formule de constitution des azoïques.

Bis-azodiphénylméthane dicarbonate d'éthyle. — J'ai montré (*Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 341) que le dinitrodiphénylméthane dicarbonate d'éthyle pouvait être transformé en dérivé aminé au moyen de l'amalgame d'aluminium; cette méthode a l'inconvénient d'être passablement longue et de donner un résultat médiocre; la réduction s'effectue au contraire rapidement et avec un rendement de plus de 90 pour 100 au moyen du chlorure stanneux en solution alcoolique.

Dans quelque condition de température que l'on se place pour diazoter cette amine il se forme toujours finalement le bis-azodiphénylméthane dicarbonate d'éthyle, mais en opérant vers 0° et en solution fortement chlorhydrique, on obtient d'abord le tétrazoïque qui, se décomposant lentement, fournit un produit bien cristallisé facile à essorer et que l'on fait recristalliser dans la pyridine.

Aiguilles jaunes, très peu solubles dans les solvants organiques et fondant en se décomposant à 280°. Le chlorure stanneux les réduit en un composé incolore et l'oxyde de mercure en solution alcaline redonne le produit primitif.

$$\text{Formule : } CO^2C^2H^5 - C^6H^3 - N = N \quad N = N - C^6H^3 - CO^2C^2H^5 \quad (\text{les deux } C^6H^3 \text{ et les deux N centraux reliés à } C)$$

Acide azodiphénylméthane oxydicarbonique. — On chauffe doucement à 150° le bis-azodiphénylméthane dicarbonate d'éthyle avec une quantité suffisante d'acide sulfurique dilué au quart jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de dégagement gazeux; on laisse ensuite refroidir, on essore, on lave et l'on fait cristalliser dans la pyridine.

Aiguilles jaune clair insolubles dans les solvants organiques usuels sauf la pyridine, insolubles dans les acides minéraux; l'amalgame de sodium les réduit aisément en donnant naissance au dérivé hydrazoïque correspondant, qui, oxydé par l'air ou l'oxyde de mercure, redonne le produit primitif.

$$\text{Formule : } CO^2H - C^6H^3 - N = N \quad C^6H^3 - CO^2H. \quad (C^6H^3 \text{ et N reliés à CH ; HO sur } C^6H^3)$$

Azodiphénylméthane oxydicarbonate d'éthyle. — Le composé précédent s'éthérifie aisément par l'alcool et l'acide chlorhydrique.

Insoluble dans l'ammoniaque, les carbonates alcalins, les acides minéraux, peu

soluble dans le benzène où il cristallise en aiguilles fondant à 204°, soluble dans les alcalis caustiques d'où le gaz carbonique l'en reprécipite à l'état cristallin; il donne une coloration bleue avec le perchlorure de fer.

$$\overset{\displaystyle CH}{\text{Formule : } CO^2C^2H^5 - C^6H^3 - N = N \qquad HO - C^6H^3 - CO^2C^2H^5.}$$

Dérivé acétylé. — Le dérivé acétylé, obtenu par l'action de l'anhydride acétique sur l'éther précédent, fond à 218°, le perchlorure de fer ne donne pas de coloration; la potasse le saponifie instantanément.

$$\overset{\displaystyle CH}{\text{Formule : } CO^2C^2H^5 - C^6H^3 - N = N \qquad CH^3 - COO - C^6H^3 - CO^2C^2H^5.}$$

Azodiphénylméthane chlorodicarbonate d'éthyle. — L'acide chlorhydrique, réagissant en tubes scellés à 150° sur le bis-azodiphénylméthane dicarbonate d'éthyle, se comporte d'une façon analogue à l'acide sulfurique et fournit un acide azoïque chloré qui, éthérifié et séparé par la potasse du dérivé phénolique correspondant, donne l'azodiphénylméthane chlorodicarbonate d'éthyle fondant à 151°.

$$\overset{\displaystyle CH}{\text{Formule : } CO^2C^2H^5 - C^6H^3 - N = N \qquad Cl - C^6H^3 - CO^2C^2H^5.}$$

MINÉRALOGIE. — *Sur un microgranite alcalin recueilli sur la terre de Graham par l'expédition antarctique du Dr Charcot.* Note de M. E. **Gourdon**, présentée par M. A. Lacroix.

Parmi les roches que j'ai recueillies au cours de l'expédition antarctique du Dr Charcot, et que j'étudie actuellement dans le laboratoire de Minéralogie du Muséum, il en est une qui présente un intérêt spécial. C'est un microgranite à pyroxène et amphibole sodiques provenant de l'île Wandel.

Cette roche, qui n'a pas été trouvée en place, détonne au milieu des autres, roches grenues ou microlitiques, qui ont fait l'objet de deux Communications antérieures. Aussi, serait-on tenté de la croire apportée d'une région lointaine par les glaces flottantes. Je ne le pense pas cependant, car elle constituait un bloc de $0^m,70$ à $0^m,80$ de diamètre, et le peu de profondeur de la mer devant la grève n'aurait pas permis d'approcher à une masse de glace suffisante pour porter un tel poids.

C'est une roche d'un gris verdâtre à cristaux porphyriques d'orthose, de quartz et de métasilicates; au choc, elle est sonore comme une phonolite.

L'examen microscopique permet de reconnaître, parmi les phénocristaux, les minéraux suivants :

1° De l'orthose, en plages tantôt à contours irréguliers, tantôt automorphes, avec facules d'anorthose, disposées soit au centre, soit au bord. Les cristaux sont souvent accolés les uns aux autres ou se pénètrent réciproquement.

2° Du quartz en cristaux à faces planes ou corrodées. Ils sont parfois bordés par une zone de même orientation englobant les microlites de la pâte et due à ce que leur accroissement a continué pendant la cristallisation de celle-ci.

3° Un pyroxène vert d'herbe, à rapporter à l'augite ægyrinique.

4° Une amphibole monoclinique spéciale, en petits cristaux d'un vert bleuâtre foncé, allongés suivant l'axe vertical. Elle appartient au groupe des amphiboles sodiques, avec les caractères suivants : son allongement est positif, l'angle maximum d'extinction dans la zone verticale atteint 8° : la biréfringence est faible. La bissectrice aiguë est négative et perpendiculaire à h^1. Les axes optiques sont très rapprochés, la dispersion forte. Le sens de l'absorption est $n_g = n_m > n_p$. Ces cristaux sont souvent bordés par une zone de même orientation constituée par de la riebeckite bleue.

Rappelons que M. A. Lacroix, dans les microgranites alcalins de Gouré (nord du lac Tchad), et M. Arsandaux, dans les roches volcaniques alcalines d'Abyssinie, ont décrit une amphibole tout à fait analogue.

La pâte de notre roche est holocristalline et constituée par des grains xénomorphes de quartz et de feldspaths (orthose et albite), à structure nettement microgranitique, accompagnés d'un grand nombre d'aiguilles à formes nettes d'amphibole et de pyroxène sodiques. Ces aiguilles sont assez régulièrement distribuées dans la masse, mais sans orientation bien définie. Le pyroxène est de l'augite ægyrinique, l'amphibole est la même riebeckite bleue, qui borde les grands cristaux d'amphibole; ces deux minéraux forment souvent ensemble des groupements à axes parallèles.

Les métasilicates sont en grande partie antérieurs aux éléments blancs. L'augite ægyrinique est le premier minéral formé; on la trouve en inclusions dans les phénocristaux d'orthose; pourtant, çà et là, elle a quelque tendance à mouler le feldspath.

En résumé, nous avons affaire à une roche microgrenue, vraisemblablement filonienne d'un type fort rare, à ranger dans la catégorie des microgranites à ægyrine et riebeckite; elle se rapproche beaucoup de la roche de Gouré, mais s'en distingue par la forme aciculaire des cristaux qui rappelle celle qui caractérise les minéraux colorés des roches tinguaïtiques; ceux-ci, dans la roche de Gouré, présentent une structure pœcilitique.

L'analyse *a* a été faite par M. Pisani. Il est intéressant de la comparer à celles des roches suivantes, les unes se présentant en massifs ou en filons : *b*, microgranite de Gouré, Afrique centrale (M. A. Lacroix); *c*, païsanite du mont Scholoda, Abyssinie

(M. Prior); les autres franchement volcaniques : *d*, pantellérite de Moullou, Abyssinie (M. Arsandaux); *e*, rhyolite à ægyrine de Helabala, désert Somali (M. Arsandaux).

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*
SiO^2	73,25	75,25	76,01	71,4	75,9
Al^2O^3	12,60	11,60	11,96	11,8	11,5
Fe^2O^3	0,34	0,78	2,06	5,6	3,4
FeO	2,65	3		1,4	0,9
MgO	0,51	0,39	traces	0,6	0,1
CaO	traces	0,70	0,26	0,2	traces
Na^2O	5,37	3,98	4,46	4,2	4,0
K^2O	3,95	4,20	4,73	4,3	4,4
TiO^2	traces	0,19	»	»	»
Perte au feu	0,75	»	0,28	1,4	1,0
	99,42	100,09	99,73	100,9	101,2

On voit les grandes analogies chimiques qui existent entre ces diverses roches. Elles sont essentiellement caractérisées par l'extrême pauvreté en chaux, ainsi qu'en magnésie et par la richesse en alcalis. La roche antarctique renferme cependant une quantité de soude notablement supérieure à celle des autres et prédominant sur la potasse.

Pour la teneur en fer, elle se rapproche de la roche de Gouré, alors que la roche de Moullou, beaucoup plus ferrugineuse, contient plus de sesquioxyde que de protoxyde; il en est de même pour la roche de Helabala. Ce sont sans doute ces petites différences chimiques qui entraînent la production d'une amphibole spéciale.

Ce qui met cette roche tout à fait à part dans la série pétrographique de la terre de Graham, qui est éminemment calcique, c'est sa faible teneur en chaux et la forte proportion des alcalis.

Dans la notation de M. Michel Lévy, les paramètres magmatiques sont : $x = 5,8$, $\Phi = 1,92$ (alcalino-syénitique), $r = 0,7$ (mésopotassique), $C' = 0$, apparition de $n' = 0,3$ (ægyrinique), $\Psi = 6$ (ferrique), $U = \infty$. Dans la classification des pétrographes américains, elle correspond au type kallerudose (I.4.1.4).

BOTANIQUE. — *Sur la déhiscence de quelques étamines.* Note de M. **Pauchet**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La plupart des botanistes sont d'accord pour admettre que l'ouverture des anthères est due à une modification des propriétés de ses parois sous

l'influence de la sécheresse de l'air. Il convient toutefois de faire une certaine réserve en ce qui concerne quelques anthères appartenant à des plantes dont les organes floraux sont pourvus de glucose ou de nectaires et qui, d'après M. Burck ([1]), s'ouvrent aussi bien dans l'air humide que dans l'air sec.

Les anthères dont il sera question ici s'ouvrant seulement dans l'air sec, nous admettrons que la sécheresse de l'air seule détermine leur ouverture.

Comme le fait remarquer M. Leclerc du Sablon ([2]), il y a une relation constante entre la forme de l'anthère ouverte et la structure de ses parois. En suivant une des méthodes indiquées par cet auteur nous allons étudier la structure de l'anthère mûre, chez quelques Cupulifères; nous en déduirons le mode d'ouverture et nous verrons ensuite si, pratiquement, sa déhiscence répond bien à sa structure et à notre conception.

Une section transversale faite dans une anthère mûre du *Carpinus Betulus* permet de distinguer deux assises de cellules : un épiderme à parois minces et cellulosiques et une assise sous-épidermique dont les parois sont également cellulosiques.

Quant au parenchyme mou et peu résistant qui sépare les loges il a disparu par résorption.

L'assise sous-épidermique ne présente aucun épaississement lignifié, ni à l'intérieur des cellules ni sur leurs parois. Par contre, on observe à leur intérieur des bandes de cellulose pure et épaissie affectant la forme de bâtonnets disposés parallèlement à leurs parois radiales.

Ces cellules à bandes de l'assise sous-épidermique existent partout sauf au niveau de la région dite *de déhiscence*, où elles se continuent par quelques cellules à parois minces qui, en se rompant, feront ouvrir l'anthère.

La déhiscence s'effectue de la façon suivante :

Sous l'influence de la sécheresse de l'air, les bandes cellulosiques de cette assise sous-épidermique vont se contracter et diminuer ainsi la dimension des cellules dans le sens radial.

Toutes choses égales d'ailleurs, la cellulose épaissie se contractant plus que la cellulose non épaissie et les parois interne et externe de l'assise étant identiquement constituées, chaque cellule va diminuer de volume en rapprochant ses parois dans le sens du rayon, sans qu'il y ait contraction dans le sens tangentiel. Si nous remarquons que les cellules dépourvues de bandes qui séparent encore les deux valves de l'anthère sont incapables de se contracter dans le même sens et avec la même intensité, nous en concluons qu'elles doivent ou se plisser, ou se décoller; si les bandes cellulosiques de

---

([1]) *De l'influence des nectaires et des autres tissus contenant du sucre sur la déhiscence des anthères.*

([2]) *Recherches sur la structure et la déhiscence des anthères.*

l'assise sous-épidermique étaient rigoureusement parallèles entre elles au voisinage de la ligne de déhiscence, il y aurait en cette région un plissotement des parois cellulaires, par suite de la tension résultante. Mais il n'en est pas ainsi, les parois de l'anthère s'incurvent en ce point et les bandes cellulosiques, appartenant, d'une part aux cellules de droite, d'autre part aux cellules de gauche, font entre elles un certain angle dont le sommet serait situé vers l'extérieur de l'anthère.

Il n'y aura donc point plissement des parois, mais bien décollement complet de ces cellules intercalaires, car les deux tensions (tension droite et tension gauche) sont dirigées obliquement et inversement l'une de l'autre.

Sur une anthère qui commence à s'ouvrir on remarque en effet que les parois de deux cellules intervalvaires sont séparées l'une de l'autre et font entre elles un certain angle qui est précisément celui des bandes cellulosiques voisines, la cellule de droite ayant sa paroi entraînée vers la droite et celle de gauche en sens inverse.

La sécheresse continuant, le décollement sera complet. L'ouverture se fera longitudinalement et les deux loges resteront en place, leur concavité sera la même avant et après l'ouverture et rien dans l'aspect extérieur de l'anthère, à part le décollement bien entendu, n'indiquera qu'il y a eu recourbement soit en dehors soit en dedans.

C'est la déhiscence en place.

On peut observer cette même déhiscence sur les anthères du *Fagus silvatica* et de *Quercus Robur*.

Chez le *Corylus Avellana,* la déhiscence est particulière : sur une coupe transversale de l'anthère, on remarque un épiderme lignifié sur toute son étendue sauf au voisinage de la jonction des valves. Cette lignification atteint toutes les parties cellulaires et même l'intérieur des cellules.

Sur la partie externe de l'épiderme, on remarque une petite bande cellulosique qui l'entoure complètement. L'assise sous-épidermique a tous les caractères de celle des espèces décrites plus haut, mais la partie externe de cette assise qui touche à l'épiderme ne s'en distingue pas et est conséquemment lignifiée.

Du fait de cette disposition particulière, l'anthère ouverte devrait infléchir ses bords en dedans puisque la contraction de la partie interne l'emporte sur celle de la partie externe. En réalité, les bords sont relevés par suite de la contraction de la bande cellulosique externe qui, une fois la séparation des valves effectuée, se contracte plus que la partie sous-jacente et reploie les bords libres vers l'extérieur. La déhiscence extrorse première est seulement indiquée par une concavité plus accentuée des loges vers leur milieu.

Ici, de par sa constitution spéciale, l'épiderme a un rôle dans la déhiscence, mais il est aisé de remarquer que ce rôle n'est pas nécessaire, la constitution de l'assise sous-épidermique étant identique à celle des anthères du Charme, du Hêtre et du Chêne. Il semble ici que l'épiderme ait surtout un rôle protecteur pour les cellules jeunes sous-jacentes pendant leur évolution hivernale.

De cet aperçu sommaire sur quelques cas de déhiscence nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° Toutes les fois qu'une anthère présentera une assise sous-épidermique non lignifiée, à éléments cellulosiques disposés comme nous l'avons vu pour le Charme, le Chêne et le Hêtre, la déhiscence aura lieu en place.

2° L'épiderme peut jouer un rôle dans la déhiscence, mais il n'est pas indispensable à l'ouverture de l'anthère.

Que la déhiscence s'effectue en dehors, en dedans ou en place, il y a toujours une relation étroite entre la forme de l'anthère ouverte et la structure de ses parois.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Rôle de l'Anatomie comparée dans la distinction des espèces de Cistes.* Note de M. **Gard**, présentée par M. Guignard.

La délimitation des diverses espèces du genre *Cistus* a subi de nombreuses vicissitudes depuis Linné. Actuellement, l'accord n'est pas complètement réalisé entre les botanistes. Les nombreuses observations que j'ai réunies sur toutes les parties constitutives du corps végétal de ces plantes me permettent de discuter et de préciser quelques cas litigieux.

I. L'un des Cistes, au sujet duquel l'entente semble ne pouvoir se faire, est le *C. Pouzolzii* Del. que M. Clos (¹) a identifié au *C. varius* Pourret. Timbal-Lagrave l'avait considéré d'abord comme un hybride de *C. albidus* et de *C. Monspeliensis*, mais il est revenu sur cette opinion (²). La plupart des floristes actuels admettent que c'est une espèce autonome, pour plusieurs raisons : la principale est qu'elle se présente en individus nombreux, en des lieux éloignés des parents supposés. Mais sa nature hybride vient d'être de nouveau affirmée, dans une publication récente, par M. W. Grosser (³). D'après cet auteur, elle est le produit du croisement de *C. crispus* par *C. Monspeliensis*. L'étude anatomique conduit à une conclusion toute différente et montre que cette manière de voir ne peut être acceptée.

C. Monspeliensis, en effet, offre des caractères bien tranchés fournis par les poils

(¹) D. Clos, *Pourret et son Histoire des Cistes* (*Mémoires de l'Acad. impér. des Sciences de Toulouse*, tirage à part).

(²) Timbal-Lagrave, *Reliquiæ Pourretianæ* et *Études sur quelques Cistes de Narbonne* (*Mémoires Acad. Sciences de Toulouse*, 5ᵉ série, t. V, 1861).

(³) W. Grosser, *Cistaceæ* in *Pflanzenreich* d'Engler.

glanduleux unisériés du limbe, la répartition de son système pilifère et les téguments de la graine. Les premiers sont courts, renflés à la base et formés de 8-10 cellules. La face ventrale du limbe ne possède jamais de poils étoilés. La graine comprend un épiderme de cellules aplaties, puis une assise scléreuse de 80µ-88µ.

Les poils glanduleux unisériés qu'on observe chez *C. Pouzolzii* diffèrent par la forme et les dimensions. Il en existe de toutes tailles à divers états de développement; les plus grands comprennent en moyenne 20 cellules, larges et aplaties à la base, devenant régulièrement plus étroites et plus longues jusqu'à l'extrémité libre. Des poils étoilés, abondants et variés, existent sur les deux faces du limbe. Enfin, l'assise scléreuse de la graine est précédée de deux couches de cellules identiques. Ces caractères permettent de le distinguer du *C. Monspeliensis*, auquel il ressemble cependant morphologiquement.

Il ne diffère pas moins du *C. crispus* dont les poils glanduleux unisériés du limbe sont plus courts avec leurs 15-17 cellules, plus hautes à la base; mais plus encore par la graine dont l'épiderme, formé de petits éléments, très aplatis et peu distincts, est suivi d'une assise scléreuse de 40µ d'épaisseur, et enfin par la structure de la capsule. Tandis que la paroi de cette dernière est très épaisse chez *C. crispus* avec un épiderme revêtu de poils simples forts et des faisceaux de fibres dispersés dans un parenchyme développé, elle est très mince chez *C. Pouzolzii*, avec un épiderme pourvu de poils étoilés rares, sans faisceau de fibres dans un parenchyme très réduit. La capsule du *C. Monspeliensis* en diffère par l'histologie des cloisons séparant les loges et par la localisation des petits poils étoilés à son sommet.

Il n'y a donc ni fusion, ni juxtaposition des caractères anatomiques des deux espèces qui auraient servi à former la troisième. Mais l'argument le plus décisif contre l'opinion de Grosser a été donné par M. Bornet. Je vois, en effet, d'après ses notes et cahiers d'expériences, encore inédits, qu'il n'a pas réussi à croiser *C. crispus* avec *C. Monspeliensis*. *C. Pouzolzii*, est donc une espèce autonome.

II. La plante que Linné avait nommée *C. Creticus* a été considérée longtemps comme spécifiquement distincte du *C. polymorphus* Willk ou *C. villosus* L. Les floristes [1] modernes l'ont rattachée à ce dernier. L'examen des caractères microscopiques prouve qu'ils ont eu raison.

Le type de l'espèce est caractérisé par la richesse et l'abondance du système pilifère. Le limbe et la tige offrent, en effet : 1° des poils simples très longs; 2° des poils étoilés; 3° des poils à branches ondulés, nombreuses, divergeant souvent par groupes en deux ou plusieurs sens et que j'appelle poils *fasciés;* 4° des poils glanduleux unisériés, rares sur le limbe; 5° de petits poils glanduleux courts de 2-3 éléments et pédicellés. Les variations quantitatives servent à définir les formes ou sous-espèces. C'est ainsi

(1) Boissier, *Flora orientalis.* — Battandier et Trabut, *Flore de l'Algérie.* — Grosser, *loc. cit.*

que chez *C. incanus* les poils tecteurs longs sont plus rares; chez *C. Corsicus* tout le système présente une grande réduction dans le limbe. Enfin, chez *C. Creticus*, les poils glanduleux unisériés sont beaucoup plus abondants, les poils tecteurs plus rares et moins développés. Il faut ajouter que les poils fasciés, très grands et caractéristiques dans le type, le sont moins dans les variétés précédentes.

III. Il existe aux îles Canaries deux espèces de Cistes : *C. vaginatus* Ait. et *C. osbeckiæfolius* Webb (1), dont les caractères anatomiques sont très distincts. Dunal (2) en a décrit une troisième, qu'il a appelée *candidissimus*, et qui a été considérée par les uns comme une espèce autonome, tandis qu'elle était rattachée par d'autres au *C. vaginatus*. L'anatomie comparée confirme cette dernière manière de voir.

Cette plante possède, en effet, tous les caractères morphologiques et anatomiques du *C. vaginatus*, c'est-à-dire de nombreux poils glanduleux unisériés, à tous les états de développement, et dont les plus grands ont 13-14 cellules, les sections des nervures et du pétiole caractéristiques, un collenchyme nul dans la tige, etc. *C. osbeckiæfolius*, par contre, a des poils sécréteurs unisériés très courts, de 6-7 cellules presque toutes semblables, les sections des nervures et du pétiole toutes différentes, un collenchyme net dans la tige, etc. La plante que nous lui avons comparée, provenant du Muséum, correspond bien à la description de Dunal et à celle figurée par Willkomm (3) et par Sweet (4). C'est donc à tort que Grosser l'identifie au *C. osbeckiæfolius* Webb (5).

IV. L'étude anatomique de tous les organes végétatifs, floraux et fructifères de toutes les espèces d'un même genre, réalisée, à ma connaissance, pour la première fois, montre la grande importance des caractères tirés des téguments de la graine, puis de ceux fournis par l'histologie des poils glanduleux unisériés de la capsule, du limbe, du pétiole, sans oublier la répartition du système pilifère.

Ces observations ont été réunies dans le but de rechercher comment les caractères des espèces se combinent dans les hybrides artificiels, binaires

---

(1) On y rencontre aussi une forme du *C. monspeliensis* que j'ai pu étudier.

(2) DUNAL, *Cistinées* in *Prodrome de De Candolle*.

(3) WILKOMM, *Icones et Descriptiones*, etc.

(4) SWEET, *Cistineæ*.

(5) Webb et Berthelot, dans leur *Histoire naturelle des îles Canaries*, font du *C. candidissimus* Dunal une variété du *Rhodocistus Berthelotianus* Spach = *C. vaginatus* Ait., mais le dessin qu'ils en donnent est bien différent des belles planches de Willkomm et de Sweet et éloigne considérablement la plante de Dunal du *C. vaginatus*. Il y a là une contradiction inexplicable.

ou complexes, obtenus par M. Bornet, qui les a mis à ma disposition avec une obligeance dont je ne saurais trop le remercier.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Nouvelle méthode de séparation et de dosage des acides organiques dans les fruits et les légumes.* Note de M. **J.-M. Albahary**, présentée par M. Armand Gautier.

Les analyses immédiates des extraits aqueux végétaux sont rendues longues et fastidieuses par la lenteur excessive des filtrations; dans ces conditions, la fermentation de ces extraits est inévitable. Pour parer à cet inconvénient, nous nous sommes arrêté à la méthode suivante :

La matière à analyser est pesée en nature, puis desséchée à l'étuve à 100° jusqu'à poids constant, enfin repesée, ce qui permet de calculer la quantité d'eau et de matières volatiles contenues dans la matière fraîche. Cette matière séchée est pulvérisée finement et introduite dans l'épuiseur Soxelhet qu'on adapte à un ballon contenant la quantité nécessaire de chloroforme anhydre. On enlève d'abord à la poudre, par extraction chloroformique, les graisses, la plus grande partie des matières colorantes et quelques alcaloïdes. On remplace ensuite le chloroforme du ballon par la quantité nécessaire d'éther bien sec, et l'on procède à l'extraction éthérée. On sait que la plus grande partie des acides organiques sont plus ou moins solubles dans l'éther : acide succinique, 1,26 p. dans 100 p. d'éther; acide tartrique, traces; acide paratartrique, 1,08 p. dans 100 p. d'éther; acide citrique, 9,1 p. dans 100 p. d'éther; acide oxalique, 1,26 p. dans 100 p. d'éther; acide malique, 8,4 p. dans 100 p. d'éther. Après avoir terminé l'extraction par l'éther, on remplace le solvant par de l'alcool à 90° et l'on fait une troisième extraction :

100^g d'alcool dissolvent	.....	12^g,5 d'acide succinique
»	.....	41,1 d'acide tartrique
»	.....	2,08 d'acide paratartrique
»	.....	75,90 d'acide citrique
»	.....	12,81 d'acide oxalique
»	.....	beaucoup d'acide malique

Mais étant donné que la température dépasse de beaucoup 15° (température à laquelle s'appliquent les chiffres ci-dessus), l'extraction alcoolique est d'autant plus rapide. Lorsqu'elle est terminée, on évapore l'alcool et l'on ajoute le résidu à l'extraction éthérée préalablement débarrassée d'éther. Le tout est repris dans 100$^{cm^3}$ d'eau; on dose sur 10$^{cm^3}$ de cette solution le titre acide avec la solution de soude normale; on obtient ainsi, en multipliant le résultat par 10, le chiffre de l'acidité libre du produit à analyser exprimé en soude. Par ces procédés successifs, on détermine donc le titre de la totalité des acides organiques libres.

Pour l'extraction des acides existant dans la matière sous forme de sels, nous procédons de la manière suivante :

La matière épuisée par les dissolvants précédents est retirée du Soxelhet et introduite dans un ballon muni de réfrigérant; on ajoute alors une quantité suffisante d'alcool additionnée de 10^{cm^3} à 20^{cm^3} d'alcool saturé d'acide chlorhydrique. On chauffe le tout au bain-marie, on filtre; le résidu est lavé sur le filtre avec de l'alcool chaud jusqu'à disparition complète de la réaction acide. L'alcool de lavage est recueilli, ajouté au premier filtratum, neutralisé avec de l'ammoniaque, et la plus grande partie de l'alcool est distillée. On ajoute ce résidu à la solution de 100^{cm^3} contenant les acides libres, préalablement neutralisée par l'ammoniaque; on précipite le tout par l'acétate de plomb, on filtre et l'on traite le précipité encore humide par l'acide acétique dilué en chauffant pendant 1 heure à 70°. Le malate de plomb se dissout seul ; on filtre, on neutralise le filtratum et l'on ajoute 2^{vol} d'alcool; le malate de plomb reprécipite complètement; on filtre, on met l'acide malique en liberté et on le dose soit comme sel de chaux, soit par titration.

On reprend le premier précipité contenant les sels des acides oxaliques, succiniques, tartriques, citriques ; on le délaye dans l'eau et on le débarrasse du plomb par H^2S; on réduit le filtratum au bain-marie à un petit volume, on ajoute un peu d'acide acétique et enfin du $CaCl^2$, et l'on abandonne pendant 24 heures dans un endroit tiède; après ce temps, l'oxalate de chaux est précipité; on filtre et l'on dose l'acide oxalique.

Le filtratum est repris et additionné d'acétate de potasse et de 2^{vol} d'alcool à 95°, et après 1 heure on filtre; le tartrate de potasse ou tartre, qui s'est produit, est séché et pesé.

Le filtratum, qui ne contient plus que de l'acide citrique et de l'acide succinique, est divisé en deux parties égales; dans l'une, l'acide succinique est précipité par l'hydrate ferrique gélatineux sous forme de succinate basique de fer $Fe(OH)C^6H^4O^4$; le citrate de fer reste soluble. L'autre partie du filtratum, réduite au bain-marie à très petit volume et additionnée de 3^{vol} d'alcool, est précipitée par l'acétate de baryum. On obtient ainsi la précipitation quantitative du succinate et du citrate de baryum ; on filtre, on lave le précipité, on le sèche et on le pèse. On a donc ainsi : d'une part, le poids de deux sels de baryum mélangés et, de l'autre, celui du succinate de fer. Par un simple calcul, on détermine la quantité de chacun de ces deux acides.

BOTANIQUE AGRICOLE. — *Sur la mutation gemmaire culturale du* Solanum tuberosum *L.* Note de M. **Édouard Heckel**, présentée par M. G. Bonnier.

Dans une précédente Communication j'ai fait connaître que des tubercules très petits, jaunes, lenticellés et amers du *Solanum tuberosum* L., provenant de la station agronomique de Burlington (Vermont, États-Unis d'Amérique du Nord), m'avaient donné, cultivés en compost spécial, des plantes répondant bien aux caractères de l'espèce *tuberosum* qui produi-

sirent quelques tubercules violacés et petits, dont un fut remis à M. G. Bonnier pour le contrôle de mes expériences, avec quelques tubercules de *S. polyadenium*, violacés aussi.

J'ai pu obtenir, en tout, six autres tubercules violacés sur l'ensemble de mes cultures touchant cette espèce typique. Six plantes en sont sorties, qui sont aujourd'hui en plein état de mutation sous l'influence de la superfumure en pots (fumier de poulailler et engrais chimiques totaux).

Ces plants reproduisent exactement le facies morphologique de ceux issus de tubercules violets, gros et comestibles à peau lisse (de 50g à 130g) provenant de la République de l'Équateur (Quito) par l'intermédiaire de M. l'ingénieur Van Isschot et adressés à mon collègue M. Jumelle qui a bien voulu me les livrer pour mes études.

Ce fait indique l'identité d'origine (*S. tuberosum* L.) des deux variations gemmaires. Celles-ci se font remarquer par le faible développement relatif du lobe médian de la feuille, le vert très foncé de l'ensemble du feuillage, la petite fleur bleu foncé qui est propre à l'espèce; enfin par les lobules cordiformes, asymétriques des espaces interlobaires de la feuille. Jusqu'ici, aucune fructification ne s'est produite; les stolons disparaissent et les tubercules en voie de formation semblent présenter des couleurs différentes sur le même pied (1).

En ce qui concerne ce dernier point, sur lequel j'ai appelé l'attention dans mes Communications précédentes concernant *S. Maglia, S. Commersoni, S. polyadenium*, en établissant que le premier indice de mutation dans ces trois espèces sauvages se manifeste par la production d'un ou de plusieurs tubercules à couleur violacée et cela par une plante issue d'un tubercule jaune ou verdâtre et que du tubercule violet sortent ensuite des tubercules de toute couleur, il est bon de faire remarquer que ce processus constant, si surprenant qu'il ait pu paraître, n'est pas isolé et localisé dans les mutations gemmaires culturales des seuls *Solanum* tubérifères.

Ces phénomènes commencent à attirer l'attention des botanistes et des agronomes, car je relève, dans une publication récente (*The agricultural*

(1) A propos du *Solanum tuberosum* L. sauvage observé par M. Van Isschot, voici ce qu'il écrit le 28 avril 1907 : « Je l'ai trouvée sylvestre, dans la Cordillère orientale, vers 2800m d'altitude. Les peu nombreux et rachitiques tubercules que je recueillis étaient de *couleur jaune* et à peine mangeables. » Étant donné que la petite fleur violet foncé caractéristique se maintient aussi bien dans l'espèce sauvage que dans sa forme mutée de l'Équateur envoyée par M. Van Isschot et cultivée l'an dernier par M. Jumelle à Marseille, on peut se demander, aucune de nos variétés culturales de pomme de terre ne présentant ce caractère, si réellement *S. tuberosum* L. a jamais joué un rôle quelconque dans la formation des innombrables variétés culturales connues. Au cas de l'affirmative, la culture européenne aurait profondément transformé cette fleur, qu'aucun auteur, même du XVIe siècle, ne décrit avec ses caractères de *S. tuberosum* L.

Journal of India, t. I, part IX, octobre 1906, p. 285), des faits du plus haut intérêt biologique qui dénoncent, dans des plantes très éloignées de celles que j'ai observées, une similitude d'évolution significative qui mérite d'être rappelée.

Sous ce titre : *Les origines de nouvelles cannes à sucre par variation gemmaire* (¹) M. C.-A. Barbier, botaniste du gouvernement à Madras, observe qu'il existe des cannes à sucre portant des tiges vertes, jaunes, rouges et panachées (en bandes longitudinales) de rouge et de vert. Il étudie ces variations *issues toutes quelquefois d'un seul bourgeon* et il conclut comme il suit (p. 286) :

« Selon toute probabilité les cannes à *écorce couleur verte et jaune furent les premières obtenues et les autres couleurs se formèrent comme variétés subséquentes.* La production d'une couleur rouge dans l'écorce d'une plante n'est pas un phénomène rare sous l'influence culturale. Les cannes à sucre panachées furent probablement les dernières formées ». Et plus loin : « La variété de cannes à sucre connue sous le nom de *Striée de Maurice* (jaune, vert et rouge), expérimentée à la station de Godavari, donne fréquemment *par bourgeon* la variation en vert et rarement en rouge pur. Un exemple heureux de ce fait est donné par la planche en couleur ci-jointe. Un pied porte, *issues d'un seul bourgeon,* des cannes à sucre de trois différentes couleurs; une rouge, deux vertes ou jaunes et trois panachées en bandes ». Ces cannes cultivées ont formé des variétés fixées et bien marquées, différant non seulement par la couleur, mais par la richesse du jus, l'aspect extérieur des plantes et leur croissance.

Ces mêmes faits se reproduisent, comme je l'ai indiqué, dans les tubercules des mutations gemmaires culturales des *Solanum* tubérifères et jusqu'ici avec une périodicité uniforme dans toutes les espèces sauvages soumises à l'influence culturale mutative. Il est probable qu'on les retrouvera dans beaucoup d'autres espèces soumises à la culture en partant des formes originaires sauvages.

PARASITOLOGIE. — *Sur les parasites xylophages du Maniçoba* (Manihot Glaziovi *Muell. Arg.*). Note de M. P. Lesne, présentée par M. E.-L. Bouvier.

Parmi les plantes productrices de latex à caoutchouc, le Maniçoba (*Manihot Glaziovi* Muell. Arg.) est une de celles qui, dans l'Amérique du Sud, fournissent les produits les plus appréciés de l'industrie. Cet arbre, originaire de l'État de Ceara, est exposé dans cette région aux attaques de cer-

(¹) *The origin of new sugar canes by « bud-variation ».*

tains insectes et notamment de xylophages susceptibles de causer d'importants préjudices. Grâce aux matériaux adressés par les soins de M. Michelin au Laboratoire d'entomologie du Muséum, nous avons pu identifier et étudier sommairement quelques-uns des insectes ayant envahi au cours des dernières années les plantations des environs de Baturité.

Au premier rang de ces ennemis se placent plusieurs Coléoptères curculionides du groupe des Cryptorrhynchides appartenant au genre *Cœlosternus*. Nous avons identifié l'un d'eux avec le *Cœl. rugicollis* Boheman; les deux autres, de taille notablement inférieure, paraissent se rapporter à des espèces qui n'ont pas encore été décrites. Ces diverses formes se développent dans le bois du tronc des Maniçobas. Si on les rencontre en certains cas dans les arbres déjà morts, nous sommes portés à croire qu'ils préfèrent le bois des arbres vivants.

Les galeries creusées par les larves sont d'une étendue relativement restreinte. Leur portion terminale affecte souvent, vue en coupe, une forme caractéristique en champignon dont le chapeau serait représenté par une chambre discoïdale horizontale, de direction perpendiculaire aux fibres du bois, chambre qui débouchera directement à l'extérieur lorsque l'adulte se sera échappé; la tige de la galerie en champignon est figurée par un conduit vertical de 15^{mm} à 20^{mm} de longueur, orienté dans le sens des fibres, et au fond duquel la larve, protégée par un bouchon de copeaux détaché des parois, subit la transformation.

On sait que, d'une manière générale, la femelle des Curculionides à larves endophytes dépose chacun de ses œufs dans un trou creusé à l'aide du rostre dans l'épaisseur des tissus nourriciers. Il suffira donc de très légères solutions de continuité dans l'écorce d'un Maniçoba, c'est-à-dire dans l'enveloppe protectrice baignée de latex, pour permettre à l'insecte de confier à l'arbre sa progéniture. D'autre part, les larves ayant évolué et ayant fourni des adultes, ceux-ci, une fois sortis du tronc, laissent ouvertes derrière eux de nouvelles portes d'entrée pour d'autres ennemis.

Nous avons pu constater que les lésions dues aux *Cœlosternus* étaient quelquefois le point de départ des galeries d'un Scolytide du genre *Xyleborus* (*X. confusus* Eichhoff), espèce remarquable, comme plusieurs de ses congénères, par un dimorphisme sexuel très accusé, mais dont le mâle était resté jusqu'ici inconnu. Ce *Xyleborus* pénètre d'ailleurs dans le bois du *Manihot*, non seulement à la faveur de blessures d'origine variée, mais il se jette aussi sur les extrémités mortes des rameaux et s'introduit encore dans la place par cette autre voie. Ses galeries, très régulières, perforent le cylindre ligneux dans le sens perpendiculaire aux fibres; elles viennent aggraver le mal causé par une blessure souvent légère et peuvent, par leur extension graduelle, amener la mort de l'arbre. Elles favorisent,

en outre, l'installation, dans les tissus ligneux, de xylophages d'un autre type, appartenant à la famille des Curculionides, tribu des Cossonides (*Cossonus impressus* Boheman, race *cearensis* nov. sub-sp.). Les galeries sinueuses et irrégulières creusées par les larves de ces Coléoptères taraudent le bois en tous sens et hâtent sa décomposition.

Tel paraît être le caractère actuel des dégâts causés par les Coléoptères xylophages dans les plantations de Maniçobas de l'État de Ceara. Nous attribuons une part prépondérante aux Curculionides du genre *Cœlosternus* et aux Scolytides du genre *Xyleborus*. Les premiers attaquent principalement le tronc; leurs dégâts sont assez limités en eux-mêmes et en quelque sorte sporadiques, mais ils fournissent des points d'attaque à d'autres ennemis. Quant aux *Xyleborus*, installés d'abord dans les parties de l'arbre malades ou récemment mortes, ils étendent leurs galeries de proche en proche et peuvent, à la longue, envâhir l'arbre entier.

Les observations qui précèdent sont de nature à montrer non seulement l'importance des bons soins culturaux dans la lutte contre les insectes xylophages, mais aussi la nécessité d'une surveillance constante des arbres. Cette surveillance aurait pour but de permettre la suppression en temps utile des rameaux malades ou morts et leur combustion immédiate. Elle permettrait aussi d'obvier, à l'aide de badigeonnages au goudron appliqués sur les blessures, aux graves inconvénients qui résultent de la mise à nu des tissus ligneux, même sur une surface très limitée. Les arbres morts ou gravement atteints constituent pour les xylophages des foyers de multiplication qu'il importe de supprimer sans retard et de détruire par le feu.

HISTOLOGIE. — *La structure de la moelle épinière*. Note [1] de M. N.-A. **Barbieri**, présentée par M. Edmond Perrier.

J'ai tâché, à l'aide d'un méthode très simple, de reconnaître la structure du névraxe après avoir détruit par les solutions faibles d'acides le conjonctif intramédullaire (névroglie) sans toutefois altérer les éléments constitutifs du tissu nerveux central [2].

---

[1] Présentée dans la séance du 27 mai 1907.

[2] 1° Fixation du névraxe dans le bichromate de potassium à 5 pour 100. 2° Coupes en série. 3° Lavage des coupes dans l'eau. 4° Séjour prolongé des coupes choisies dans une solution d'acide chlorhydrique ou acétique à 2 pour 100. 5° Passage des coupes dans

Les cellules de la substance grise médullaire sont situées dans deux plans différents : les unes quadrangulaires sont disposées dans un plan horizontal, les autres ovalaires dans un plan frontal. Ces cellules sont toujours munies des prolongements dont les uns réunissent probablement les cellules entre elles, les autres forment les nerfs. Chaque cellule radiculaire possède un seul prolongement neural qui a le même diamètre qu'un prolongement neural observé dans un tube nerveux arraché et dissocié (1). La cellule nerveuse a une forme bombée, elle est enveloppée d'une mince membrane qui renferme les noyaux et un contenu faiblement granuleux ou neuroplasma. Le tissu nerveux ne possède pas une structure fibrillaire. Cette structure est artificiellement produite par les agents chimiques employés qui permettent de confondre les prolongements cellulaires avec les plus fines fibrilles de la pie-mère. Il suffit de soulever la pie-mère, (cheval) pour constater que de sa face interne partent de fines fibrilles qui, en grand nombre, pénètrent dans la moelle. Ces fibrilles séparément étudiées ont donné les mêmes réactions que les fines fibrilles du conjonctif intramédullaire, coloré, après dissociation, dans des coupes frontales de la moelle. La névroglie et les fines fibrilles qui dérivent de la pie-mère semblent être un même tissu conjonctif. Des cellules radiculaires, situées dans les colonnes grises antérieures, partent les prolongements neuraux qui forment les racines (A et P) (2). Le neuroplasma des prolongements neuraux, comme j'ai déjà fait remarquer, est un produit d'élaboration de la cellule nerveuse (3).

Les prolongements neuraux ont tous une direction variable. Les uns se dirigent en avant, passent par les sillons de la substance blanche et forment les racines antérieures du même côté; les autres se dirigent en bas, traversent les colonnes grises postérieures et forment les racines postérieures du même côté; d'autres enfin s'entre-croisent autour du canal médullaire pour y constituer la substance gélatineuse centrale. La partie ventrale de cette substance est constituée par l'entre-croisement des prolongements neuraux qui, des cellules de la colonne grise antérieure du côté gauche, se rendent à la colonne grise du côté droit pour s'y ajouter aux racines antérieures de ce côté droit, et *vice versa*. La partie dorsale de la substance spongieuse est composée par l'entre-croisement des prolongements neuraux qui, des cellules de la colonne grise antérieure du côté gauche, se rendent à la colonne postérieure du côté droit pour s'y ajouter aux racines postérieures de ce côté droit, et *vice versa*. Chaque paire de racines (A et P) est formée d'un grand nombre de prolongements neuraux du même côté, et d'un petit nombre de prolongements neuraux du côté opposé.

Plusieurs prolongements neuraux pénètrent profondément dans les colonnes grises et sortent de la moelle dans un plan qui est situé plus bas que le plan dans lequel se trouvent leurs cellules radiculaires. Des observateurs ont décrit comme cellules

---

un bain alcalin pour neutraliser l'acide. 6° Coloration des coupes par une solution méthylique de rouge de Magdala. 7° Clarification des coupes dans la glycérine. 8° Montage des coupes dans la glycérine.

(1) *Comptes rendus*, 26 mars 1906.

(2) A, racines antérieures; P, racines postérieures.

(3) *Comptes rendus*, 26 mars 1906.

(cellules à cylindraxe court) la section transversale de ces prolongements profonds. Je n'ai pas encore vu de cellules dans les colonnes grises postérieures, mais seulement de petits faisceaux dits *faisceaux solitaires*. La substance gélatineuse de Rolando est formée par les prolongements neuraux postérieurs. La substance blanche (coupes frontales) est formée d'un grand nombre de petits tubes nerveux (tubes nerveux internes ou cordonaux) rangés en faisceaux. Ces faisceaux sont tous centrifuges; ils sont tous dépourvus de collatéraux; ils se terminent tous incomplètement dans la substance grise. Chaque faisceau est probablement continu depuis son origine jusqu'à sa fin, mais il abandonne toujours des tubes cordonaux à la substance grise au fur et à mesure qu'ils descendent dans les différents segments médullaires. Les tubes cordonaux ont un diamètre plus petit que les tubes radiculaires et, pour cette raison, ni un tube cordonal ne peut constituer une racine, ni un tube nerveux des racines postérieures ne peut se transformer en tube cordonal. Les coupes sériées des segments médullaires qui anatomiquement ne présentent pas de racines ont montré que la substance blanche et la substance grise sont reliées par des prolongements multiples. Ces prolongements indiquent la terminaison des tubes cordonaux dans la substance grise. Les cellules quadrangulaires ou horizontales forment en grande partie les racines (A et P); les cellules ovalaires ou frontales représentent peut-être la terminaison des tubes internes ou cordonaux. Il me semble que ces deux systèmes de cellules communiquent directement entre eux sans la moindre arborisation.

J'ai obtenu ces mêmes résultats en pratiquant les coupes sériées d'une moelle de chien durcie, à l'état frais à — 5°, et dont les coupes étaient placées dans un mélange de bichromate de potassium et d'acide osmique. J'ai constaté aussi que les racines postérieures dérivent de la substance grise médullaire sur des coupes sériées qui avaient gardé les racines postérieures d'une longueur de 2^{cm} environ. Sur ces coupes, j'ai suivi par dissociation les tubes radiculaires postérieurs jusque dans la substance grise médullaire.

Enfin l'étude comparative des cellules des ganglions spinaux et sympathiques a démontré que toutes les cellules ont le même diamètre, le même contour, le même protoplasma, les mêmes noyaux. Elles présentent toutes leurs grands diamètres orientés dans le sens frontal; elles sont toutes situées dans un même plan, réunies en grappes et séparées par de minces fibrilles d'un même tissu conjonctif. Elles sont toutes complètement privées de prolongements; elles présentent toutes une diminution appréciable de leur diamètre chez les lapins et chez les chiens morts d'inanition.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Le fluor dans les coquilles des mollusques non marins.* Note de M. P. Carles, présentée par M. Armand Gautier.

Il y a quelques mois [1] nous avons démontré que l'eau de mer contenait $0^g,012$ de fluorure par litre et qu'on en trouvait dix fois plus dans les coquilles d'huîtres et de moules qui vivent dans cette eau.

A la suite, il nous a paru qu'il serait intéressant de savoir si les coquilles des mollusques d'eau douce, courante ou stagnante, et des mollusques vivant à l'air libre n'en contiendraient pas aussi.

Comme type des premières, nous avons pris celles des moules du Tarn; des secondes, celles des lymnées et planorbes des marais de Bordeaux et enfin des dernières, celles des escargots des vignes de Gironde et de Bourgogne, *Helix aspersa* et *pomatia*.

Le traitement de tous ces tests est plus délicat que celui des mollusques marins: pour les escargots, à cause d'une matière visqueuse que libère l'acide; pour les lymnées et planorbes, parce que leur corps reste opiniâtrément fixé à son organe protecteur; pour les autres, parce que la pellicule noire silico-ferrugineuse qui les recouvre y enserre des grains de sable microscopique nombreux. Mais toutes ces parties gênantes ont pu être enlevées par un traitement à la lessive caustique bouillante et enfin par la calcination qui n'a gardé que la coquille exempte de toute partie siliceuse et animale.

Tout le reste du traitement a été le même que celui que j'ai antérieurement employé pour les écailles d'huîtres et de moules.

En agissant ainsi, le fluor dosé dans les trois cas était dans les proportions suivantes :

Moules du Tarn : fluorures pour 100^g.........	3^{mg} à 4^{mg}
Lymnées et planorbes, pour 100^g.............	2 à 3
Escargots de Gironde et Bourgogne, pour 100^g...	2 à 3

Ces résultats montrent :

1° Que les fluorures terreux font partie des mollusques non marins, mais en quantité notablement moindre que dans les marins;

2° Que le fluor est plus répandu qu'on ne le supposait dans les eaux de rivière et de marais;

3° Qu'il existe aussi dans les feuilles dont se nourrissent les escargots;

4° Que les fluorures terreux paraissent être un agent général de formation et de consolidation du squelette de tous les animaux.

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 437.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Influence des rapides déplacements d'air que provoque l'automobile sur la nutrition générale.* Note de M. A. **Mouneyrat**, présentée par M. Haller.

L'automobilisme envisagé au point de vue de l'hygiène et du traitement des maladies a déjà fait l'objet, de la part du Dr Legendre, d'une étude parue aux *Comptes rendus de la Société de Thérapeutique*, le 30 octobre 1906.

Ce savant a étudié l'influence de l'automobile sur la peau, les organes des sens, les voies aériennes, la circulation, l'appareil digestif, l'appareil locomoteur et le système nerveux.

Voici brièvement résumées les conclusions de cet auteur.

Avec un climat tempéré on observe :

Sur la peau saine, l'intensité du courant d'air produit, par suite du spasme des capillaires et artérioles, une sensation généralement agréable de fraîcheur, suivie d'une réaction de chaleur quand la voiture s'arrête.

L'influence du courant d'air sur les voies aériennes est sans inconvénient sur les muqueuses saines; il est nécessaire de respirer par les fosses nasales. Les tuberculeux en évolution scléreuse se trouvent en général fort bien de l'usage modéré de l'auto, à la condition d'être protégés par une glace d'avant et de choisir des temps convenables.

L'auto convient bien aux anémiques et chlorotiques.

Parmi les cardiaques, seuls ceux porteurs de lésions artificielles compensées devront être autorisés; un cardiaque ne doit jamais conduire lui-même, à cause de la fatigue physique et de la tension nerveuse que nécessite la direction. Les anévrismes et tout particulièrement ceux de l'aorte constituent une contre-indication absolue.

Les variqueux et les hémorroïdaires se trouvent mal de l'auto.

Les constipés chroniques ont des garde-robes plus régulières quand ils font de l'auto. Les goutteux et les arthritiques en tirent grand profit. En général, tous ceux qui ont besoin d'oubli et de repos d'esprit se trouvent bien de l'auto.

Mes recherches ont porté sur l'influence qu'exerce l'automobile sur la nutrition générale chez les normaux, les anémiques et les neurasthéniques.

Ayant eu, à plusieurs reprises, l'occasion de faire des voyages de 8 à 10 jours en auto, à une allure moyenne de 40^{km} à l'heure avec un parcours journalier de 100^{km} à 200^{km}, au printemps et en été, j'en ai profité pour étudier l'influence des rapides déplacements d'air que l'on obtient ainsi sur la nutrition générale et cela chez les normaux, les anémiques et les neurasthéniques.

Mes recherches ont porté sur la numération des globules rouges, le dosage de l'hémoglobine et des principaux éléments urinaires.

Voici dans un voyage la numération des globules rouges et l'évaluation du taux de l'hémoglobine. (Le nombre des globules est exprimé par millimètre cube de sang.)

		Jour du départ.	3e jour.	6e jour.	8e jour.	10e jour.
1er sujet (normal)	G.-R.	5 200 000	5 700 000	6 220 000	6 700 000	6 300 000
	H.	98 p. 100	99 p. 100	100 p. 100	102 p. 100	101 p. 100
2e sujet (normal)	G.-R.	5 420 000	5 800 000	5 950 000	6 300 000	6 500 000
	H.	97 p. 100	98 p. 100	100 p. 100	101 p. 100	102 p. 100
3e sujet (anémique)	G.-R.	4 530 000	4 930 000	5 100 000	5 300 000	5 675 000
	H.	87 p. 100	89 p. 100	92 p. 100	96 p. 100	99 p. 100
4e sujet (anémique)	G.-R.	4 300 000	4 700 000	5 120 000	5 600 000	5 800 000
	H.	89 p. 100	93 p. 100	96 p. 100	98 p. 100	100 p. 100

Analyses d'urines :

	1er sujet normal.			2e sujet normal.			3e sujet anémique.			4e sujet anémique.		
	1er jour.	6e jour.	10e jour.	1er jour.	6e jour.	10e jour.	1er jour.	6e jour.	10e jour.	1er jour.	6e jour.	10e jour.
Rapport azoturique	82	89	89	83	87	90	73	78	83	77	81	87
Sels à extrait	30	34	32	28	31	34	23	26	29	27	30	31
Acide urique à urée	2,20	2,43	2,60	2,30	2,50	2,70	1,53	1,75	2,10	1,63	1,80	2,10

Ainsi qu'on peut s'en rendre compte par ces Tableaux, sous l'influence de la ventilation que produit l'auto, le nombre des globules rouges et le taux de l'hémoglobine s'accroissent dans de grandes proportions, aussi bien chez les normaux que chez les anémiques. Chez ces derniers malades, je crois pouvoir conclure, par les nombreux exemples que j'ai vus ou qui m'ont été signalés par des amis médecins, que l'auto constitue, à vitesse modérée, un traitement de choix.

L'examen des rapports urinaires indique également une suractivité de tous les phénomènes de nutrition : suractivité qui concorde à une exagération de l'appétit des sujets.

J'ai constaté, en outre, une action très remarquable exercée par l'auto sur le sommeil. Chez les normaux, le sommeil devient plus profond, plus prolongé. Chez les neurasthéniques qui ne dorment pas ou très peu, les insomnies cessent très vite et le sommeil ne tarde pas à redevenir normal. Je ne crois pas qu'on puisse attribuer cet effet ni à la fatigue que produit la voiture, ni à la ventilation plus intense de l'appareil respiratoire, ni à l'action exercée sur le système nerveux par la douche d'air, ni à l'hématose. Je crois plutôt (et ma conviction est basée sur ce fait que le repos à la campagne produit plus lentement le même effet) que l'air, et principalement l'air des champs et des bois, indépendamment des constituants qu'on a isolés, renferme un principe spécial encore inconnu qui provoque le sommeil par détente nerveuse.

PATHOLOGIE. — *Sur un nouveau procédé de diagnostic expérimental de la tuberculose.* Note de M. **H. Vallée**, présentée par M. E. Roux.

Von Pirket a tout récemment établi que, chez l'enfant et chez l'homme tuberculeux, les scarifications effectuées sur une surface cutanée, préalablement recouverte d'une gouttelette de tuberculine diluée, prennent l'aspect d'une lésion analogue à celle que provoque l'insertion, en ces mêmes conditions, du virus vaccinal ([1]). La réaction locale ainsi obtenue pourrait être recherchée très heureusement, d'après cet auteur, dans un but de diagnostic, principalement en ce qui concerne les tuberculoses chirurgicales.

J'ai recherché si cette forme spéciale de l'épreuve à la tuberculine des organismes suspects de tuberculose est applicable aux animaux et les conditions de son utilisation.

Chez les animaux indemnes (bovidés, chevaux ou cobayes) le dépôt sur une surface cutanée, préalablement rasée et scarifiée, de quelques gouttes de tuberculine brute ne provoque le plus souvent aucune réaction appréciable. Ce n'est que très exceptionnellement qu'il survient une légère inflammation superficielle des bords des scarifications, inflammation d'ailleurs très fugace.

Tout au contraire, opérant dans les mêmes conditions chez vingt grands animaux tuberculeux (bovidés et chevaux) et sur une série de cobayes infectés, j'ai obtenu, à compter de la vingt-quatrième heure après l'opération, une réaction cutanée très manifeste. La peau, sur une largeur de plusieurs millimètres de chaque côté des bandes de scarification, s'épaissit, s'infiltre et forme un bourrelet douloureux, gris rougeâtre, d'épaisseur variable selon l'intensité de la réaction. Si les scarifications ont été suffisamment rapprochées les unes des autres, l'on obtient une véritable plaque cutanée, œdémateuse, ayant perdu toute souplesse et très sensible à la palpation. Fait important, la lésion, loin de rétrocéder, s'accentue dès la trente-sixième heure, se présente avec son maximum de netteté vers la quarante-huitième et existe encore avec des caractères très accentués plus de 4 et 5 jours après l'intervention.

Ce phénomène, auquel on peut donner le nom de *cuti-réaction*, est si marqué chez certains sujets tuberculeux qu'il prend les caractères d'une véritable papulation. La cuti-réaction ne s'accompagne pas d'une réaction thermique bien nette.

([1]) *Comptes rendus des séances de la Société médicale de Berlin* (*Berliner klin. Wochenschrift,* 20 mai 1907, p. 644).

L'intensité de la réaction obtenue chez l'animal tuberculeux ne semble nullement en rapport avec la gravité ou l'étendue des lésions qu'il présente. Chez sept Bovidés affectés depuis 60 jours seulement d'une tuberculose discrète de l'intestin, j'ai enregistré des réactions aussi nettes et aussi durables que celles fournies par trois Bovins infectés depuis 2 et 3 ans et porteurs de lésions larges et ouvertes de tuberculose pulmonaire.

La cuti-réaction se dessine fort mal chez les sujets qui reçoivent en même temps de la tuberculine par voie hypodermique et par le procédé des scarifications. Elle est, au contraire, aussi nettement obtenue chez des sujets qui ont reçu à maintes reprises, par la voie sous-cutanée, des doses même fort élevées de tuberculine que chez ceux qui n'ont été soumis qu'à une seule injection hypodermique de tuberculine effectuée dans les jours précédents.

Si les excellents résultats obtenus par Von Pirket chez l'homme se confirment plus largement, si de même de nouvelles constatations faites chez les animaux démontrent la fidélité de la cuti-réaction, l'une et l'autre Médecine trouveront en ce nouveau mode d'utilisation de la tuberculine un précieux moyen de diagnostic de la tuberculose.

Peut-être aussi le principe de la méthode pourra-t-il s'appliquer au diagnostic d'autres infections; j'ai obtenu déjà, en ce sens, dans une série d'essais sur des sujets morveux, de très heureux résultats.

La séance est levée à 4 heures.

A. L.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 JUIN 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** présente à l'Académie la plaquette commémorative de la première réunion de l'Association internationale des Académies, qui s'est tenue à Paris, au mois d'avril 1901, sous la présidence de l'Académie.

M. **Darboux** fait un compte rendu préliminaire des séances de la troisième assemblée générale de l'Association internationale des Académies qui vient de se tenir à Vienne, du 28 mai au 2 juin.

Il se félicite de l'accueil cordial et empressé que les délégués des trois Académies françaises ont reçu de tous côtés durant cette session.

MINÉRALOGIE. — *Sur la constitution pétrographique du massif volcanique du Vésuve et de la Somma.* Note de **M. A. Lacroix**.

La constitution pétrographique du massif Vésuve-Somma est actuellement considérée comme fort simple [1]; cela résulte de ce que l'effort des minéralogistes qui ont étudié ce centre volcanique s'est porté presque exclusivement sur les laves des éruptions historiques du Vésuve et sur celles qui forment à la Somma des filons ou des coulées; or, toutes ces roches sont des leucittéphrites identiques entre elles ou de composition voisine.

---

[1] H. Washington, *The roman comagmatic region* (*Public. of the Carnegie Instit.*, 1906).

Mais le vieux volcan n'est pas simplement constitué par ces roches basiques et par leurs produits de projection; il renferme aussi en extrême abondance des produits projetés, formés par des roches blanches ou tout au moins de couleur claire; elles ont été signalées depuis longtemps, mais n'ont fait l'objet d'aucune étude systématique; je me suis proposé de fixer leur composition à l'aide des documents que j'ai recueillis à plusieurs reprises. Leur étude montre qu'en réalité leur complexité est fort grande bien qu'elles présentent entre elles un air de famille remarquable. Cette Note résume quelques-unes des conclusions d'un travail étendu qui paraîtra incessamment ([1]).

Ces roches doivent être divisées en deux groupes suivant qu'elles sont microlitiques ou bien microgrenues ou grenues.

Roches microlitiques. Roches leucitiques. — Les ponces blanches de Pompéi appartiennent à une *leucitphonolite*, essentiellement constituée par un verre ponceux, riche en microlites de leucite et contenant des phénocristaux peu nombreux : sanidine, hornblende, augite, biotite, magnétite, mélanite, etc.

Un second type est caractérisé par d'énormes phénocristaux de leucite, associés parfois à de la sanidine, toujours à de l'augite verte, de la hornblende, des plagioclases (labrador à bytownite), de la magnétite et du mélanite. Les microlites sont constitués par de la leucite, de l'augite, de la biotite, de la sodalite et plus ou moins de plagioclases acides.

Ces *leucittéphrites à grosses leucites* sont comparables à certains points de vue aux leucitporphyres de l'Oberwiesenthal; elles présentent des formes ponceuses.

Roches sans leucite. — Un premier type est caractérisé par l'abondance de gros phénocristaux de sanidine, distribués en cristaux brisés et corrodés avec augite, hornblende, sodalite, haüyne, olivine, néphéline, mélanite et sphène dans une pâte monoréfringente, criblée de microlites et de cristallites d'augite et de biotite qui donnent à cette roche un aspect lamprophyrique. Ce *trachyte* englobe toujours des fragments anguleux de calcaires (*lava a breccia* de A. Scacchi), qui peuvent constituer une partie importante de la masse, comme cela a lieu dans les tinguaites filoniennes du Bekotapo à Madagascar.

Un *trachyte phonolitique* ne renferme que quelques cristaux d'augite et

---

([1]) *Nouvelles Archives du Muséum*, 4e série, t. IX, 1907, p. 1 à 172 et pl. I à X. — Je renvoie à ce Mémoire pour les indications bibliographiques.

de sphène dans une pâte holocristalline de sanidine, de sodalite, de néphéline et d'augite. Enfin, il reste à signaler une *phonolite* à faciès trachytique, riche en gros cristaux de sanidine, accompagnés de néphéline, de sodalite, de haüyne, de hornblende, d'augite, de mélanite et de sphène; la pâte microlitique compacte, poreuse ou ponceuse, renferme de la sanidine, de la sodalite, de la néphéline et de la biotite.

Presque toutes les roches précédentes contiennent de grands cristaux de minéraux du groupe des *wernérites* [dipyre (marialite) ou scapolite], qui se retrouvent aussi dans les roches suivantes et qui sont dus à des phénomènes pneumatolytiques postérieurs à la consolidation.

Roches grenues ou microgrenues. — Elles ont un aspect filonien ou de profondeur; elles représentent à mes yeux les formes plus ou moins abyssiques des roches précédentes.

SYÉNITES. — Des *sanidinites* (1) et des *microsanidinites à sodalite*, possédant la structure foyaitique, renferment : sanidine, sodalite, amphibole, augite, biotite, guarinite; elles sont souvent corrodées par pneumatolyse et alors riches en minéraux secondaires. Elles constituent les formes de profondeur de la phonolite et sont comparables à des syénites anciennes.

Les *sanidinites à leucite* ont une structure franchement grenue: elles sont formées par de la leucite, de la sanidine, de la davyne, de la hornblende, de l'augite, du sphène.

Certaines *microsyénites* rappellent les phonolites par leurs gros cristaux de sanidine, mais s'en distinguent par l'holocristallinité de leur pâte microgrenue; elles renferment des phénocristaux de néphéline, d'augite, de mélanite, de sphène, de titanomagnétite, avec un peu de plagioclases basiques. La pâte est constituée par les mêmes minéraux, mais il existe en outre une grande quantité de cristaux automorphes d'*idocrase*, groupés à axes parallèles; l'allanite y est accidentelle. La fréquence d'enclaves de calcaires porte à penser que l'idocrase résulte d'une action endomorphe (2), bien que la composition chimique de la roche soit très analogue à celle d'autres types dépourvus d'enclaves.

---

(1) Ces sanidinites *homœogènes* se distinguent des sanidinites *pneumatogènes* qui les accompagnent par la constance de leur composition minéralogique et de leur structure et par l'absence de certains minéraux (grossulaire, idocrase, etc.) dus à la réaction de la paroi calcaire contre laquelle ces roches se sont produites.

(2) Ces phénomènes endomorphes sont évidents dans des *leucitites* très riches en augite et en divers minéraux métamorphiques, leucitites qui semblent résulter de la transformation des leucittéphrites à grosses leucites.

Dans d'autres microsyénites, les feldspaths sont aplatis, la structure devient microfoyaitique; il existe parfois de gros trapézoèdres constitués par un mélange d'orthose, de néphéline et de sodalite ou par de l'orthose seule; ce sont là les pseudomorphoses de leucite décrites depuis longtemps indépendamment de la roche qui les renferme. Ces roches sont à comparer aux syénites et microsyénites à pseudoleucite de l'Arkansas, du Brésil, d'Écosse (borolanite).

Monzonites. — Je ne ferai que rappeler les roches que j'ai décrites antérieurement sous le nom de *sommaïtes* (¹); ce sont des *monzonites à olivine et leucite* que je regarde comme la forme de profondeur de certaines leucittéphrites. J'ai rencontré en outre l'an dernier des roches de composition plus simple, mais analogue; elle sont uniquement constituées par des plagioclases basiques, de la biotite et de l'augite, englobés par de grandes plages d'orthose; ce sont donc des *monzonites* franches.

Il me reste à considérer toutes ces roches au point de vue chimique. Le Tableau suivant réunit les analyses faites par M. Pisani sur chacun de mes types; j'y ai joint celle de divers blocs de leucittéphrites basiques rejetées par l'éruption de 1906 (Somma) et en outre celle d'une leucittéphrite de la Somma empruntée à J. Roth. J'ai donné en outre la place que ces différentes roches occupent dans la classification chimicominéralogique américaine et pour chacune d'entre elles les paramètres magmatiques de M. Michel Lévy, en les ordonnant par rapport à la teneur croissante en éléments ferromagnésiens (x pour 100).

On sera frappé de voir la grande analogie de composition chimique que présentent les phonolites et la sanidinite à sodalite; les sommaïtes et la leucittéphrite filonienne; puis les microsyénites, les trachytes micacés et les leucittéphrites à grosses leucites, roches *structurellement différentes,* qui, *malgré leurs différences de composition minéralogique,* se rapportent respectivement aux *mêmes types chimicominéralogiques.* On ne saurait voir plus nettement l'influence des conditions de cristallisation sur la composition minéralogique des roches fournies par un magma de composition chimique déterminée. Cette comparaison légitime les conclusions que j'ai déjà formulées antérieurement, à savoir que les formes de profondeur des roches leucitiques du massif de la Somma correspondent à des syénites ou à des monzonites pauvres en leucite ou dépourvues de ce minéral, mais riches en orthose (sanidine). Dans toutes ces roches *non épanchées,* ayant cristal-

(¹) *Comptes rendus,* t. CXLI, 1906, p. 1141.

	Phonolite leucitique. Pompéi.	Trachyte phonolitique.	Phonolite à sanidine (moyenne).	Sanidinite à sodalite.	Monzonite.	Leucitéphrite (Ilon, Somma).	Sommaïte (moyenne).	Microsyénite à pseudoleucite.	Microsyénite à idocrase.	Trachyte micacé.	Leucitéphrite à grosses leucites.	Sanidinite à leucite.	Leucitéphrite lave de 1906 Vésuve.	Leucitéphrite (moyenne) Vésuve (1631-1907).	Leucitéphrite (bloc 1906).	Leucitéphrite (bloc 1906).	Leucitéphrite grenue.	Leucitéphrite (lapilli d'Ottajano).
SiO^2....	54,50	58,61	56,10	54,35	50,55	50,39	50,65	53,30	53,50	53,13	51,71	51,65	47,89	47,85	48,20	48,81	47,61	48,10
Al^2O^3...	21,70	20,20	22,77	22,90	20,04	19,43	19,10	21,30	20,05	19,90	20,27	21,60	18,46	18,06	18,12	16,64	16,12	15,31
Fe^2O^3...	0,80	0,47	0,53	0,75	1,70	3,83	1,79	1,40	1,10	1,09	1,57	0,85	1,32	2,04	3,29	2,65	0,91	3,20
FeO.....	1,98	2,48	1,49	1,50	6,50	7,10	5,16	2,92	2,48	2,93	3,26	3,12	7,75	6,75	4,30	6,28	6,22	5,45
MgO.....	0,54	1,51	0,44	0,14	8,42	2,33	5,46	0,91	2,54	3,15	2,21	1,07	3,79	4,17	4,64	6,15	7,27	7,55
CaO.....	3,20	2,66	2,00	1,66	3,12	9,13	8,84	6,30	5,42	5,46	6,66	4,29	9,18	8,99	8,40	9,87	12,45	12,45
Na^2O....	6,40	5,20	8,38	9,34	2,18	2,45	2,04	5,83	5,32	5,92	4,91	4,30	2,78	2,75	2,51	2,85	1,76	1,98
K^2O.....	9,14	8,66	7,10	6,94	5,71	4,91	5,06	8,17	8,02	6,63	7,39	11,60	7,15	7,47	8,99	5,79	4,75	4,22
H^2O.....	0,89	»	0,54	1,00	1,45	0,80	1,18	0,75	0,50	0,54	0,71	0,25	0,93	0,45	»	0,05	1,50	0,87
TiO^2....	0,27	0,39	0,04	0,13	1,16	»	1,11	0,50	0,33	0,42	0,83	0,65	1,16	0,84	1,59	1,01	1,26	1,15
P^2O^5....	»	»	»	»	0,06	»	0,43	»	0,15	»	»	»	0,25	0,56	0,38	0,66	0,38	0,12
Cl.......	0,49	0,64	0,54	1,13	»	»	»	0,03	0,36	0,33	0,45	0,07	»	»	»	0,34	»	»
	99,91	100,62	99,93	99,84	100,89	100,37	100,82	100,46	99,77	99,50	99,97	100,20	100,76	99,93	100,42	101,10	100,23	100,40
	I.6.1.3 Beemerose.	I.6.2.3 Procénose (1).	I.6.1.4 Miaskose.		II.5.2.2 Ciminose.	II.5.3.3 Shoshonose.		II.6.2.3 Borolanose.				II.7.2.2 Braccianose.			II.8.2.2 Vésuvose.	III.6.2.3 Shonkinose.	III.6.3.2 Ottajanose.	III.6.3.3 Ourose.

(1) Limite de borolanose (II. 6. 2. 3).

	x pour 100.	Paramètres magmatiques (M.-L.). $\Phi = \frac{S\,sal}{2k+3n}$.		$r = \frac{k}{n}$.		$\Psi = \frac{F}{m}$.		$U = \frac{F}{c+c'}$.	
Sanidinite à sodalite	4,9	1,3	I	0,7	IV	1,6	II	1,4	II
Phonolite à sanidine	5,5	1,4	I	0,8	IV	5,0	II	0,0	II
Phonolite leucitique	9,9	1,4	I'	1,5	V	5,6	IV	0,9	I
Trachyte phonolitique	11,0	1,6	I'	1,7	V	1,9	II	1,1	II
Sanidinite à leucite	14,1	1,3	I'	2,6	VI	3,6	III	0,9	I
Microsyénite à pseudoleucite	18,3	1,3	I'	1,4	V	4,8	IV	0,7	I
Microsyénite à idocrase	18,6	1,4	I'	1,5	V	1,5	I	0,7	I
Trachyte micacé	20,1	1,5	I'	1,1	V	1,3	I	0,7	I
Leucittéphrite à grosses leucites.	20,8	1,4	I'	1,5	V	2,2	II	0,7	I
Leucittéphrite (filon)	26,7	2,4	III	2,0	V	4,7	IV	1,2	II
Sommaïte	26,9	2,5	III	2,5	V	1,3	I	0,8	I
Leucittéphrite (bloc) 1906	33,5	1,4	I'	3,6	VI	1,6	II	0,9	I
Leucittéphrite, lave 1906	34,7	1,5	I'	2,6	VI	2,4	II	1,0	I
Leucittéphrite (bloc) 1906	38,0	1,7	I'	2,0	V	1,4	II	0,9	I
Leucittéphrite grenue	44,0	1,9	I'	2,7	VI	1,0	I	0,6	I
Leucittéphrite (lapilli Ottajano).	46,1	1,9	I'	2,1	V	1,1	I	0,7	I

lisé totalement ou partiellement à une plus ou moins grande profondeur, on voit en outre apparaître, y déterminant l'air de famille, des minéraux tels que la biotite, la hornblende, le mélanite, qui manquent dans les roches épanchées ou filoniennes voisines de la surface, connues en place.

La comparaison des données numériques fournies par les analyses montre que toutes les roches dont il s'agit ici sont caractérisées par leur grande richesse en potasse, prédominant généralement sur la soude; elles sont dopotassiques ou sodipotassiques (mégapotassiques), à l'exception de la phonolite et de la sanidinite correspondante, qui sont dosodiques. Le subrang dopotassique, qui est constant dans les laves récentes du Vésuve, se retrouve dans certaines roches de la Somma; mais la caractéristique de la plupart de ces dernières, les plus nombreuses comme masse, est d'être sodipotassiques; c'est une propriété qu'elles partagent avec presque tous les trachytes des Champs Phlégréens et d'Ischia, mais il est important de noter qu'elles ne présentent pas de types communs avec ceux-ci, qui appartiennent tous au cinquième ordre [phlégrose (1.5.1.3) dominante, avec accessoirement pulaskose (1.5.2.3), monzonose (11.5.2.3) et vulsinose (1.5.2.2)]; elles ne se rangent qu'accidentellement dans cet ordre et sont à rapporter au moins au sixième, ce qui se traduit par leur richesse en feldspathoïdes. Cette caractéristique minéralogique est exprimée dans les paramètres de M. Michel Lévy par la valeur du rapport Φ, inférieure au point critique 1,9, sauf dans la sommaïte et dans la leucittéphrite correspondante, où la leucite ne peut apparaître que grâce à la cristallisation de la plus grande partie du fer et de la magnésie

sous forme de métasilicates, tandis qu'elle disparaît peu à peu, à mesure que ces oxydes forment davantage d'orthosilicates.

Ces quelques résultats principaux de mon étude montrent l'intérêt qu'offrent à tous égards ces roches de la Somma, jusqu'ici négligées, et en même temps la complexité et l'originalité pétrographique présentées par ce massif volcanique, quand on le considère dans son ensemble.

M. **Darboux** fait hommage à l'Académie d'une Note intitulée : *Sur deux Mémoires de Poisson relatifs à la distribution de l'Électricité* et du *Discours prononcé à la séance générale du Congrès des Sociétés savantes, à Montpellier, le* 6 *avril* 1907.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres qui sera chargée de la vérification des comptes de l'année précédente.

MM. **Émile Picard** et **Müntz** réunissent la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre des Colonies** adresse à l'Académie le *Rapport trimestriel* du Directeur de l'Observatoire du Morne des Cadets, concernant le volcan de la Montagne-Pelée.

(Renvoi à la Commission de Sismologie.)

L'**École de Pharmacie de Porto** adresse à l'Académie l'expression de ses sentiments de profonde sympathie à l'occasion de la mort de M. *Berthelot*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

The Royal Society, or Science in the State and in the Schools, by Sir William Huggins.

ASTRONOMIE. — *Observations faites au sommet du mont Blanc, du 31 août au 5 septembre* 1906. Note de MM. **A. Hansky** et **M. Štefánik**, présentée par M. Janssen.

Conditions atmosphériques. — L'été de 1906 a été exceptionnellement favorable aux observations astronomiques. Le temps sec et clair s'est maintenu pendant 3 mois de suite.

Une légère brume, occasionnée en partie par la fumée de nombreux incendies qui avaient eu lieu à cette époque en France et en Italie, couvrait les vallées jusqu'à l'altitude de 4000^m. Du sommet du mont Blanc on voyait distinctement cette couche brumeuse qui couvrait l'horizon à l'Ouest. Le pouvoir absorbant de cette brume était si grand que le Soleil couchant devenait rouge foncé et disparaissait complètement lorsqu'il atteignait la hauteur de 1° au-dessus de l'horizon. A l'Est, l'horizon restait très transparent et pur. Le Soleil levant était de couleur jaunâtre; le 4 septembre nous avons pu observer le rayon vert, ce qui dénote peu d'humidité dans l'air. La transparence de l'atmosphère était si grande qu'on voyait les montagnes à la distance de 200^{km} environ.

Observations du Soleil. — Nous avons utilisé la grande lunette de 12 pouces pour les observations du Soleil, dont nous eûmes des images parfaites : les bords du Soleil restaient très tranquilles; tous les détails de sa surface, tels que les pores, les granules, la pénombre des taches et les points très brillants éparpillés sur tout le disque du Soleil, se voyaient nettement.

Essais de détermination de la rotation de Vénus. — Les observations de Vénus sont ordinairement très difficiles à faire à cause du peu de contraste qu'il y a entre les taches sombres de sa surface et le fond clair du disque et à cause des mauvaises images qui résultent de la proximité du Soleil. Au sommet du mont Blanc, grâce à la stabilité des images et à la transparence de l'atmosphère, nous étions dans des conditions très favorables pour ces observations.

Nous avons pu observer Vénus le 31 août, de 14^h5^m à 16^h30^m; le 2 septembre, de 15^h45^m à 16^h30^m; le 3 septembre, de 11^h53^m à 13^h10^m, et le 4 septembre, de 10^h30^m à 12^h50^m.

Les vingt-quatre dessins que nous avons faits successivement et indépendamment

l'un de l'autre se distinguent par beaucoup de détails, mais il y a aussi une grande ressemblance dans leur caractère général.

Ainsi, sur le pôle nord de Vénus nous observions tous les deux, vers midi, quatre taches brillantes très nettement visibles et vers 16^h deux taches seulement et assez mal définies.

Sur le pôle sud, vers midi, nous n'avions pas vu de taches nettes; par contre, vers 16^h, nous en observions deux ou trois assez brillantes.

Le terminateur était, à midi, plutôt concave, ayant quatre ou cinq échancrures assez profondes qui correspondaient aux taches sombres prolongées vers l'intérieur du disque, tandis que vers 16^h le terminateur était au milieu convexe et n'avait, près des pôles, que deux échancrures correspondant aux taches sombres restées visibles. Les trois taches du milieu du disque, qui avaient également une direction presque perpendiculaire au terminateur vers midi, ont disparu et, à leur place, on voyait deux grandes taches elliptiques, dont les grands axes étaient parallèles au terminateur.

Toutes ces différences observées entre les aspects de Vénus dans cet intervalle indiqueraient une rotation de cette planète.

L'étude de quelques détails de sa surface est particulièrement favorable à cette hypothèse.

Notamment une tache brillante, qui apparut le 3 septembre à 12^h30^m au bord ouest de Vénus, s'est trouvée entourée, quelques minutes plus tard, de deux traînées sombres parallèles, dont la longueur a augmenté sensiblement vers 13^h10^m.

Le brouillard qui couvrit alors le sommet nous empêcha de continuer cette observation.

Mais le 4 septembre, presque à la même heure, nous observions les mêmes particularités : les taches des pôles et quelques petites taches sombres nous indiquaient le retour de la même partie de la surface de Vénus. Ainsi, l'aspect de Vénus à 12^h55^m, le 3 septembre, correspond à celui du 4 à 12^h15^m; de même, celui du 3 à 13^h10^m est semblable à celui du 4 à 12^h35^m; les deux traînées parallèles mentionnées plus haut y apparaissaient de nouveau. Toutes les observations que nous avions faites à 16^h étaient faites dans des conditions moins favorables que celles de 12^h, mais on apercevait cependant le retour des mêmes taches brillantes aux pôles et surtout le même caractère général dans la disposition des taches sombres.

Ces concordances pourraient être expliquées par une rotation de Vénus un peu plus rapide que celle de la Terre.

Observations de Mercure. — Le 5 septembre, vers 5^h, nous avons pu faire quelques observations de Mercure, qui était bien visible même à l'œil nu. Dans la lunette on distinguait sur sa surface trois taches sombres : une au

milieu du terminateur et deux autres plus petites vers le bord est de la planète.

Observations de Jupiter. — Les observations de Jupiter ont été faites par nous dans les matinées du 3, 4 et 5 septembre.

Le 3 septembre les images ont été très stables et nettes. Les observations se prolongeaient de $4^h 15^m$ jusqu'à $5^h 25^m$, quatre dessins ont été faits. Sur la surface de Jupiter nous avons observé que la bande équatoriale N, qui n'était presque pas visible quatre mois auparavant, était devenue aussi large et aussi sombre que celle du S. Elle était liée avec cette dernière par plusieurs traînées très faibles, entre lesquelles il y avait des taches brillantes de 3″ à 5″ de diamètre. Les bandes équatoriales sombres étaient doubles; celle du N avait le bord Sud très foncé.

Le 4 septembre nous avions observé Jupiter de 3^h jusqu'à $5^h 25^m$ et nous avons fait six dessins.

Les images étaient parfaites. On distinguait sur le disque des petites taches sombres de moins de 1″ de diamètre et des traînées encore plus minces (de 0″,6)

Les bandes équatoriales avaient la couleur brune ; la calotte polaire S nettement verdâtre et celle du N bleuâtre. Cette dernière était plus foncée que la première.

La bande équatoriale S était très bouleversée; on y voyait beaucoup de taches blanches et des courants, surtout près de l'endroit où, il y a 20 ans, se trouvait la tache rouge. A cette même place on distinguait maintenant l'échancrure blanche dans la partie Sud de la bande équatoriale S.

De même dans cette échancrure il y avait des courants de matière sombre qui semble maintenant avoir déjà commencé à pénétrer dans son intérieur. Notamment la partie sud de la bande équatoriale S s'est déjà prolongée presque jusqu'à la moitié de l'échancrure.

Ainsi les perturbations produites dans la bande équatoriale S par l'apparition de la tache rouge commencent à disparaître.

Au sud de la bande équatoriale N on voyait une traînée de taches très sombres qui se suivaient en forme de courant faisant tout le tour du disque de Jupiter. Leur épaisseur variait de 0″,6 à 1″,2. Des taches brillantes de 4″ à 6″ de diamètre se voyaient en grand nombre sur la surface de Jupiter.

Le 5 septembre nous n'avons fait nos observations que de $4^h 55^m$ jusqu'à $5^h 30^m$, et nous avons pris deux dessins. On distinguait nettement sur le disque de Jupiter 9 bandes sombres et 4 blanches.

Dans la bande équatoriale claire se voyait un courant de matière sombre. Il était très mince, de 0″,4 d'épaisseur seulement; ce courant commençait dans la partie nord de la bande équatoriale S et descendait vers la bande N, où un autre courant très foncé; ayant une épaisseur de 1″,5, prenait naissance et se dirigeait vers la bande tropicale N, la traversait et se perdait dans la calotte polaire N. Dans la bande équatoriale N il y avait deux taches brillantes de 3″ de diamètre et, en outre, il y en avait une très longue dans la calotte polaire S.

On distinguait encore bien d'autres détails, surtout dans les bandes équatoriales, mais on ne pouvait pas les reproduire par dessin.

Les conditions atmosphériques au sommet du mont Blanc donnent une netteté d'images si parfaite que ce lieu d'observation devient l'un des plus favorables pour les études des surfaces des planètes.

ASTRONOMIE. — *Observations concernant la forme du satellite I de Jupiter.* Note de M. **José Comas Sola**, présentée par M. Lœwy.

A l'aide de l'équatorial astrophotographique Mailhat de 38^{cm} d'ouverture j'ai pu faire, à l'observatoire Fabra de Barcelone, sur la forme du satellite I de Jupiter, des observations qui pourront peut-être faire disparaître les doutes qui existent à ce sujet. Il m'a été possible de profiter de soirées exceptionnellement belles qui m'ont permis de faire avantageusement usage d'un grossissement de 750.

Pendant l'opposition de 1905-1906, j'avais toujours vu, dans les moments de parfaite définition, le disque du satellite I allongé. Pour identifier ce satellite, il suffisait de porter simplement attention à la forme et, sans m'être jamais trompé, il était ainsi reconnu du premier coup d'œil.

L'opposition de 1906-1907 a été encore plus favorable et j'ai pu consacrer beaucoup de temps à l'observation la plus minutieuse de la forme de ce satellite. Les bords Est et Ouest de ce corps céleste ont été en général sensiblement plus clairs que les parties Nord et Sud, mais cette différence d'éclat, faible d'ailleurs, est, à mon avis, bien insuffisante pour rendre compte de l'allongement du satellite.

D'autre part, pendant la soirée du 28 février 1907, qui a été d'une grande beauté, il m'a été possible d'observer l'ombre du satellite I sur le disque de la planète tout près de l'ombre du satellite II. On a attendu le moment où ces ombres projetées sur le globe de Jupiter ne subissaient aucune déformation par perspective (ce qui a lieu sensiblement lorsque l'ombre se trouve au milieu de l'angle jovicentrique formé par le Soleil et la Terre), et j'ai vu dans ces conditions l'ombre du satellite II bien circulaire et celle du satellite I allongée, plus grande que l'autre et entourée de pénombre. Le satellite I, quand il était projeté sur la planète, près du bord oriental, était très allongé, offrant l'aspect d'une étoile double trop serrée pour être nettement dédoublée.

La direction de cet allongement n'a pas été, pendant cette période, très différente de celle du grand axe de la projection de l'équateur de Jupiter.

J'ai fait un grand nombre de mesures d'angle de position du grand axe du satellite par rapport au grand axe équatorial de la planète. La valeur moyenne a été de + 6° 10′, comptés dans le sens ordinaire des angles de position. Le nombre d'observations a été 34; les nuits d'observation, choisies parmi les plus belles, au nombre de 4; les écarts ont été petits, eu égard à la grande difficulté de telles observations. Époque moyenne des observations : 7 décembre 1906.

Dans toutes les positions orbitales du satellite, il a été allongé, contrairement à ce que j'avais cru voir en 1905-1906. Sa forme doit donc être celle d'un ellipsoïde de révolution très aplati. Je fixe provisoirement cet aplatissement à $\frac{1}{4}$. Cette forme singulière doit être, il me semble, principalement attribuée à la force attractive de la grande planète.

ASTRONOMIE. — *Sur une nouvelle comète Giacobini.* Note (¹) de M. **Giacobini**, transmise par M. Bassot.

J'ai l'honneur d'annoncer à l'Académie la découverte d'une nouvelle comète dans la nuit du 1er juin par M. Giacobini, à l'Observatoire de Nice, et de lui communiquer les positions pour cette date.

Comète 1907 *c*.

Dates. 1907.	Temps moyen de Nice.	Δα.	Δ℗.	Nombre de comparaisons.	✶.	Observateurs.
	h m s	m s	′ ″			
Juin 1.	10.54.42	+2.27,40	+2. 8,4	12 : 8	1	Giacobini
» 1.	11. 7.53	+2.57,50	—6.42,2	15 : 10	2	Javelle

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1907,0.

✶.	Autorités.	Gr.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
1.....	Anonyme rapportée à (2)	9,3	10.11.52,31	—0,05	65.53.12,6	— 2,1
2.....	½ (Paris 12573 + Berlin B 3971)	6,0	10.11.23,88	—0,05	66. 2. 4,6	— 2,1

(¹) Reçue dans la séance du 3 juin 1907.

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Ascension droite.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Juin 1........	10.14.19,65	$\bar{1}$,660	65.55.18,9	—0,706 *n*
» 1........	10.14.21,33	$\bar{1}$,666	65.55.20,3	—0,718 *n*

Remarques. — La comète est faible, mal définie, de 1′,5 à 2′ d'étendue. L'observation de M. Giacobini a été faite à l'équatorial coudé de $0^m,40$ d'ouverture; celle de M. Javelle à l'équatorial de $0^m,76$.

GÉOMÉTRIE. — *Sur une nouvelle classe de surfaces.* Note de M. **G. Tzitzéica.**

Il s'agit des surfaces dont la courbure totale en chaque point M est proportionnelle à la quatrième puissance de la distance d'un point fixe O au plan tangent mené en M. Désignons par S toute surface ayant cette propriété et appelons *centre* de cette surface le point fixe O que nous prendrons d'ailleurs pour origine.

La recherche des surfaces S est particulièrement commode, lorsqu'on prend pour coordonnées curvilignes sur chaque surface ses lignes asymptotiques.

Je me borne à énoncer les principaux résultats de cette recherche.

1. *Si x, y, z sont trois intégrales linéairement indépendantes d'un système de la forme*

$$\text{(A)} \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u^2} = a\frac{\partial\theta}{\partial u} + b\frac{\partial\theta}{\partial v}, \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = k\theta, \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial v^2} = a'\frac{\partial\theta}{\partial u} + b'\frac{\partial\theta}{\partial v},$$

le point (x, y, z) décrit une surface S. Réciproquement, toute surface S s'obtient de cette manière. On déduit de là le théorème suivant :

2. *En appliquant à une surface* S *une transformation linéaire qui ne change pas le plan de l'infini, ni le centre* O, *on obtient une autre surface* S *de même centre.*

3. L'enveloppe du plan

$$xX + yY + zZ = 1,$$

où x, y, z sont trois intégrales de A, est aussi une surface S; les coordonnées x_1, y_1, z_1 d'un point de cette surface sont trois intégrales linéaire-

ment indépendantes d'un système (A_1) analogue à (A), mais b et a' sont remplacés par $-b$ et $-a'$.

On tire de là que *toute transformation par polaires réciproques d'une surface* S *par rapport à une sphère ayant son centre au centre de* S *donne aussi une surface* S.

4. La fonction k au moyen de laquelle s'expriment les coefficients a, b, a' et b' du système (A) vérifie une équation aux dérivées partielles que l'on peut ramener à une des formes

$$\frac{\partial^2 \log k}{\partial u\, \partial v} = k, \qquad \frac{\partial^2 \log k}{\partial u\, \partial v} = k - \frac{1}{k^2}.$$

La première, c'est l'équation bien connue de Liouville, conduit à deux systèmes (A) que l'on peut intégrer complètement. Un de ces systèmes se trouve dans la *Théorie des surfaces* de M. Darboux [IVe Partie, p. 97 et 98, équ. (20), (24) et (25)] et conduit à la sphère, qui est évidemment une surface S, et, en vertu du théorème précédent, aux quadriques à centre, que l'on sait aussi être des surfaces S. Le deuxième système conduit à des surfaces plus compliquées.

La deuxième équation en k est du même genre que celle qui se présente dans l'étude des surfaces à courbure totale constante; elle mérite une étude spéciale. Pour le moment j'indique le système (A) particulièrement simple qui correspond à la solution évidente $k = 1$,

$$\frac{\partial^2 \theta}{\partial u^2} = \frac{\partial \theta}{\partial v}, \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\, \partial v} = \theta, \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial v^2} = \frac{\partial \theta}{\partial u},$$

dont on tire facilement trois intégrales linéairement indépendantes

$$x = e^{-(u+v)} \cos \frac{\sqrt{3}}{2}(u - v), \qquad y = e^{-(u+v)} \sin \frac{\sqrt{3}}{2}(u - v), \qquad z = e^{u+v}$$

qui donnent une surface S de révolution du troisième ordre, à savoir

$$z(x^2 + y^2) = 1$$

et d'où l'on déduit, à l'aide du théorème énoncé plus haut, les surfaces S suivantes :

$$(a_1 x + b_1 y + c_1 z)(a_2 x + b_2 y + c_2 z)(a_3 x + b_3 y + c_3 z) = 1,$$

les a, b, c étant des constantes.

5. Le théorème énoncé au n° 2 a son origine dans le théorème suivant : *Une transformation linéaire qui ne change pas le plan de l'infini ni l'origine laisse invariable le rapport entre la courbure totale d'une surface et la quatrième puissance de la distance de l'origine au plan tangent.*

PHYSIQUE. — *Application des formules relatives aux volumes moléculaires au calcul de la variation de la force élastique maxima de la vapeur d'eau avec la température*. Note de M. A. **Leduc**, présentée par M. Lippmann.

I. J'ai donné ([1]), il y a quelque dix ans, des formules empiriques qui permettent de calculer les volumes moléculaires relatifs des gaz dans de larges limites de pression et surtout de température, et j'en ai fait, après de nombreuses vérifications, de nombreuses applications plus ou moins directes.

Parmi les plus indirectes, je rappellerai le calcul de la variation de la vitesse du son dans l'air quand on passe de la pression atmosphérique à 2^{atm}, confirmé par les expériences de M. Witkowski.

De nouvelles vérifications sont venues s'ajouter aux précédentes. Je signalerai seulement, en passant, que MM. Guye et Davila ont confirmé très exactement la densité du bioxyde d'azote que j'ai calculée autrefois : 1,0367.

II. Je me suis proposé de contrôler, au moyen de la formule de Clapeyron :

$$L = \frac{T}{J}(u' - u)\frac{dp}{dT},$$

mes calculs relatifs au volume spécifique u' de la vapeur d'eau saturante, en déterminant au besoin $\frac{dp}{dT}$, en cas de désaccord avec les résultats classiques.

Chacun des facteurs L et J semble connu à $\frac{1}{1000}$ près de sa valeur : on peut donc espérer trouver $\frac{dp}{dT}$ avec une approximation du même ordre, si u' est lui-même suffisamment bien connu.

Or j'ai calculé autrefois, au moyen de mes formules, le volume spécifique de la vapeur d'eau saturante à 99°,60 ([2]). J'ai trouvé $u' = 1700^{cm^3}$,

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 1898-1899.

([2]) *Nouvelles recherches sur les gaz*, p. 14 (extrait des *Annales*, 1899).

tandis que M. Perot avait obtenu expérimentalement 1657^{cm^3}. Prenons $J = 4,186.10^7$. Quant à L, on trouve, d'après Regnault, mais en tenant compte des observations de divers auteurs modernes, et notamment de M. Ames (1), que sa valeur à 99°,6 est 536,9 calories moyennes.

Portons ces valeurs de J et L dans la formule de Clapeyron avec $u' = 1700$, et nous trouvons

$$\frac{dp}{dT} = 26^{mm},62 \text{ de mercure,}$$

tandis que le nombre calculé par Broch, d'après Regnault, est 26,93, supérieur de plus de 1 pour 100.

III. N'ayant trouvé aucune trace d'expériences précises faites sur ce sujet depuis Regnault, j'ai profité des variations de la pression atmosphérique pour redéterminer $\frac{dp}{dT}$ au voisinage de 100°.

Vingt expériences effectuées du 16 avril au 18 mai (742^{mm} à 765^{mm}) au moyen d'un thermomètre de Baudin en verre dur, divisé en cinquantièmes, m'ont donné des valeurs s'écartant très peu de 26,7, ce qui correspond, comme on sait, à 26,63 environ avec le thermomètre à hydrogène.

Il ne restait plus qu'à comparer mon thermomètre à un étalon sûr, et je m'adressai à cet effet à M. Guillaume, qui se souvint à point d'expériences exécutées au Bureau international par M. Chappuis.

La formule suivante représente, d'après ce dernier (2), la température d'ébullition de l'eau sous la pression de p millimètres, au voisinage de 760^{mm} :

$$t = 59,8465 + 0,06854624p - 0,0000206746p^2.$$

Les expériences de M. Chappuis étant certainement plus précises que les miennes, bornons-nous à tirer de cette formule la valeur de $\frac{dp}{dT}$ à 99°,6; nous trouvons précisément le nombre obtenu plus haut : 26,62 (3).

(1) Rapports présentés au Congrès international de Physique réuni à Paris en 1900, t. I, p. 208. — La calorie moyenne de 0° à 100° équivaut très sensiblement à la calorie à 15° d'après Callendar et Barnes.

(2) *Procès-verbaux des Séances du Comité international des Poids et Mesures*; session de 1900, p. 31.

(3) On voit combien il est illusoire d'inscrire dans les Tables dites des *tensions maxima* les millièmes de millimètre de mercure, puisque dès 99° l'erreur est de plusieurs dixièmes. A 100°, on trouve $\frac{dp}{dT} = 26,94$, au lieu du nombre classique 27,25.

Cette *confirmation* m'a semblé *remarquable*. Mais peut-être convient-il mieux encore, connaissant $\frac{dp}{dT}$ par la formule de M. Chappuis (0,037563 à 99°,6) de calculer $(u' - u)$ au moyen de la formule de Clapeyron et des valeurs de J et L ci-dessus. On trouve

$$u' = 1699^{cm^3},4.$$

Première remarque. — L'écart de 0,6 avec le nombre 1700 est tout à fait insignifiant, en raison des erreurs que comportent les données J et L, et l'on voit une fois de plus que de nombreuses constantes physiques sont fournies par mes formules relatives aux volumes moléculaires avec une précision très supérieure à celle des déterminations expérimentales directes, effectuées cependant par des expérimentateurs très habiles. On voit, en effet, que l'erreur sur $\frac{dp}{dT}$ calculé par Broch d'après Regnault dépasse 11 millièmes, et que celle du volume spécifique u' d'après M. Perot atteint 25 millièmes.

Seconde remarque. — Mon calcul de u' fait intervenir les constantes critiques, et repose sur l'hypothèse que la vapeur d'eau appartient *au point de vue des états correspondants* à la *série* que j'ai appelée *normale*, et qui comprend l'anhydride carbonique et l'éther.

L'incertitude des données critiques ne peut amener qu'une erreur très faible et, si l'erreur du produit JL ne dépassait pas un millième, on pourrait affirmer que ladite hypothèse est bien fondée.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la décharge électrique dans les gaz.*
Note de M. **P. Villard**, présentée par M. J. Violle.

J'ai montré en diverses circonstances (¹) qu'une décharge électrique dans un gaz peut affecter deux formes distinctes : la première est celle qu'on observe d'ordinaire dans un tube de Geissler ou de Crookes; la seconde, caractérisée, même au vide de Crookes, par une vive illumination du gaz et par la suppression des phénomènes cathodiques, produit l'effet d'un court-circuit entre les électrodes; elle décharge complètement un

(¹) *Comptes rendus*, t. CXXX, 1900, p. 1752; *Soc. fr. de Phys.*, séance du 6 mai 1904; *Soc. de Phys.*, Volume des *Ions*, 2ᵉ fasc., p. 1027.

condensateur et permet ainsi l'établissement d'oscillations, lesquelles ne sont possibles que si le voltage du condensateur peut passer par zéro, condition qui suppose la suppression de la chute de potentiel cathodique.

Le passage de la première forme à la seconde peut être facilement étudié en photographiant sur plaque mobile la décharge d'un condensateur ($\frac{1}{2}$ à 1 microfarad). Il convient de choisir une pression assez forte afin que l'étincelle ne soit pas trop diffuse. Le Tableau suivant résume les résultats obtenus (pression, 15^{mm}; distance des électrodes, 10^{cm}) :

Voltage du condensateur.	Nature du circuit.	Caractères de la décharge.
volts 2300.	Non inductif.	Lumière positive courte (3^{cm}). Espace de Faraday. Gaine négative faible. Décharge incomplète du condensateur.
2450	Non inductif.	Lumière positive plus longue (5^{cm}). Espace de Faraday. Gaine négative intense. Vitesse d'allumage (sens anode cathode), $6\frac{\text{m.}}{\text{sec.}}$. Durée de l'allumage, $\frac{8}{1000}$ à $\frac{10}{1000}$ de seconde. Régime permanent de durée analogue. Décharge incomplète du condensateur.
2500	Non inductif.	Lumière positive atteignant la cathode en $\frac{5}{1000}$ à $\frac{8}{1000}$ de seconde. A l'instant du contact, suppression de la gaine négative et trait de feu. Décharge complète du condensateur.
3000	Non inductif.	Trait de feu instantanément établi. Vitesse d'allumage supérieure à $200\frac{\text{m.}}{\text{sec.}}$. Durée de la décharge inappréciable. Pas d'espace de Faraday, ni de gaine négative. Bruit sec. Effets inductifs intenses. Décharge complète du condensateur.
3000	Faiblement inductif.	Trait de feu rapidement établi ($\frac{1}{1000}$ à $\frac{2}{1000}$ de seconde). Vitesse d'allumage, environ $50\frac{\text{m.}}{\text{sec.}}$. Bruit moins sec que précédemment. Très faible gaine négative. Effets inductifs. Décharge complète du condensateur.
3000	Fortement inductif.	Mêmes caractères qu'au n° 2.

On voit qu'une faible variation de la charge du condensateur transforme la décharge

et augmente dans un rapport énorme la vitesse avec laquelle la luminescence du gaz progresse de l'anode à la cathode, ce qui exclut l'hypothèse d'une projection de particules. La dernière expérience montre d'ailleurs qu'à voltage constant cette vitesse redevient faible dès qu'on ralentit la décharge.

La possibilité de revenir à la première forme par simple accroissement de la durée indique que le passage d'une forme à l'autre dépend de l'intensité. On le vérifie aisément avec une batterie d'accumulateurs et une résistance réglable. La pression étant, par exemple, 15^{mm}, et la distance des électrodes 10^{mm} à 15^{mm}, on observe ce qui suit ; jusqu'à $0^{amp},15$, on a la décharge ordinaire; la longueur de la lumière positive augmente avec le courant, et le voltage aux électrodes baisse en même temps, mais en restant supérieur à la chute cathodique normale (350^{volts}). La gaine négative est de plus en plus intense. A $0^{amp},15$, un brusque changement se produit : la gaine négative disparaît subitement, un arc s'établit et la différence de potentiel tombe presque à zéro. Le courant est alors sensiblement le même que si l'on mettait l'ampoule en court-circuit.

L'arc, ou le trait de feu, qui caractérisent la seconde forme, sont manifestement identiques à la lumière positive ordinaire et possèdent exactement les mêmes propriétés magnétiques. L'absence de déviation de la décharge condensée obtenue avec une bouteille de Leyde tient uniquement à sa trop courte durée, jointe à une intensité trop faible. On démontre aisément que, pour une même charge transportée, le déplacement d'un conducteur dans un champ est, à cause de l'inertie, en raison inverse de la durée de la décharge.

La structure de l'étincelle peut donc se comprendre de la manière suivante :

Pour de faibles intensités et à des pressions telles que la lumière négative ne remplisse pas l'ampoule, la décharge se compose de trois parties distinctes :

1° La lumière positive, véritable conducteur dont l'extrémité cathodique est constamment désagrégée par le choc des corpuscules négatifs, et dans lequel toute cause d'ionisation intense produirait un espace sombre (¹);

2° L'espace obscur de Faraday, produit par les rayons cathodiques; dans cet espace l'électricité est transportée uniquement par convection;

3° L'émission cathodique.

Pour une certaine intensité, la lumière positive peut surmonter l'ionisation cathodique, et l'espace de Faraday n'existe plus. Les électrodes sont reliées par la lumière positive comme par un conducteur, la chute catho-

(¹) Cf. *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 706.

dique disparaît et, avec elle, l'émission des corpuscules. D'autre part, le gradient le long de la lumière positive diminue quand le courant augmente : pour ces deux raisons, la différence de potentiel peut descendre à zéro et permettre les oscillations; on est en présence de l'arc, dans lequel on sait que précisément la chute cathodique manque.

L'arc électrique et l'étincelle condensée sont donc des décharges réduites à la lumière positive.

L'inverse a lieu dans une ampoule de Crookes; c'est la lumière positive qui a disparu par suite de l'extension de la lumière négative et la décharge se réduit à l'émission cathodique.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur quelques propriétés oxydantes et décolorantes du graphite.* Note de M. **Henri-Louis Dejust**, présentée par M. A. Ditte.

On a signalé depuis bien longtemps les propriétés décolorantes dont jouissent les différentes variétés de carbone amorphe : même sous sa forme cristallisable, le carbone conserve cette propriété.

Le graphite, en effet, peut décolorer des solutions de tournesol, du vin rouge, du réactif sulfo-indigotique.

Pour mesurer la valeur de cette décoloration, nous avons eu recours à la technique suivante : 1^g de graphite était mis en contact avec 42^{cm^3} d'une solution de tournesol contenant $9^g,8$ d'extrait à 100° par litre. On agitait pendant 30 secondes et l'on jetait sur un filtre. On comparait les colorations des liquides qui passaient.

L'expérience fut d'abord faite avec du graphite pulvérisé, sans purification, tel que le produit sort de la mine du col du Chardonnet (Hautes-Alpes). Ce graphite passe au tamis n° 140. L'échantillon titrait 79 pour 100 de carbone.

L'expérience fut ensuite répétée avec ce même graphite, mais après une purification sommaire, qui amenait son titre de carbone à 93,1 pour 100. La décoloration du tournesol fut moins intense, les matières accompagnant le carbone ayant, en effet, une action notable sur cette propriété.

Nous nous en sommes tenus, dans ces deux séries d'expériences, à une décoloration partielle du tournesol, pour pouvoir colorimétriquement l'apprécier et comparer les solutions dont la coloration avait diminué, ce qui eût été impossible, autrement que par le poids du graphite employé, si l'on eût été jusqu'à une décoloration totale, mais celle-ci peut néanmoins facilement s'obtenir. 100^{cm^3} de la solution de tournesol contenant par conséquent 0,98 d'extrait à 100°, sont totalement décolorés par 5^g de graphite, dans les conditions énoncées ci-dessus.

Nous avons ensuite cherché à reconnaître l'influence que pourrait exercer la réaction acide, neutre ou basique, du milieu où se fait la décoloration.

Avec le graphite purifié, titrant 93,1 pour 100, cette action est sensiblement nulle.

Elle est très nette, au contraire, avec le noir animal.

Nous résumons dans le Tableau ci-dessous les résultats donnés par la mesure de la valeur colorimétrique des solutions de tournesol diversement traitées.

Les chiffres indiquent l'épaisseur de liquide partiellement décoloré qui fournit une teinte d'intensité égale à celle que donne une épaisseur déterminée, prise comme unité, de la solution primitive de tournesol non décolorée.

La solution de tournesol a été traitée par du :

Graphite à 79 p. 100 de C...	Valeur décolorante.	en milieu neutre = 6,8.
Graphite à 93,1 p. 100 de C.	Valeur décolorante.	milieu neutre = 2. milieu basique = 2. milieu acide = 2,2.
Noir animal	Valeur décolorante.	milieu neutre = décoloration totale. milieu acide = décoloration totale. milieu basique = 1,8.

Le graphite présente une action oxydante analogue à celle que signale M. Cazeneuve pour le noir animal (*Comptes rendus*, t. CX, 1890, p. 788). Une solution de paraphénylène diamine abandonnée à l'air au contact du graphite prend à froid et plus rapidement à chaud une coloration brune.

Le graphite peut cependant agir comme décolorant sans l'intervention immédiate de l'air ambiant : on peut s'en assurer en introduisant du graphite pulvérulent dans un flacon exactement rempli d'une solution colorée, de tournesol par exemple, solution préalablement bouillie pour la débarrasser de ses gaz.

La solution est décolorée sans que l'air ait pu agir autrement que par la quantité qui pouvait en être condensée par le graphite.

CHIMIE MINÉRALE. — *L'acétate de nickel modifié, nouveau type d'excitateur d'oxydation pour l'hydroquinone.* Note de M. **André Job**, présentée par M. Troost.

J'ai signalé, dans une Note récente, que l'hydrate de cobalt se comporte en milieu alcalin comme un excitateur d'oxydation comparable à l'hydrate de manganèse.

Ce résultat m'a conduit à comparer les activités des acétates de cobalt et de manganèse comme oxydases de l'hydroquinone. Un premier essai m'avait fait considérer autrefois celui de cobalt comme inactif, mais la méthode de mesure extrêmement sensible que j'ai employée depuis (1) m'a permis de faire une analyse beaucoup plus fine du phénomène et de reviser mes premières conclusions.

Si l'on examine le graphique de l'oxydation donné par le manomètre enregistreur, on constate, pour les doses faibles de manganèse, que la vitesse d'oxydation dans les deux premières minutes est beaucoup plus grande et diminue beaucoup plus vite que dans les minutes suivantes. Un pareil phénomène se produit avec l'acétate neutre de cobalt (du sulfate). Il excite d'abord nettement l'oxydation de l'hydroquinone, puis bientôt son activité s'atténue et disparaît. Ainsi les méthodes ordinaires d'observation le classeraient comme inactif, tandis que la méthode cinétique révèle une activité passagère, il est vrai, mais certaine.

J'ai réussi à préparer un acétate de cobalt beaucoup plus actif dont je réserve la description. Mais la préparation d'un acétate actif est plus facile encore pour le nickel.

Un échantillon d'acétate de nickel chimiquement pur (Poulenc) longuement chauffé vers 100° perd de l'acide acétique, mais reste entièrement soluble dans l'eau froide. Dissous, il excite vivement l'oxydation de l'hydroquinone et son activité peut même dépasser celle de l'acétate de manganèse. Il détermine comme lui l'apparition de quinhydrone (2), si bien que le nickel simule d'abord tout à fait l'action du manganèse. Mais une étude cinétique attentive révèle des différences profondes.

Qu'on ait du manganèse ou du nickel, on peut diminuer leur activité

(1) *Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1403.

(2) Voir les expériences classiques de M. Gabriel Bertrand.

initiale de deux façons : soit en diminuant la dose d'excitateur, soit en y ajoutant de l'acide acétique. Pour le manganèse, si l'on réduit son activité initiale par voie de dilution on la rend aussi moins durable. Si on la réduit par addition d'acide, elle devient au contraire plus stable et peut demeurer constante dès le début. Pour le nickel il en est autrement : qu'on réduise l'activité initiale par l'un ou l'autre moyen la courbe obtenue est la même et atteste une diminution rapide de la vitesse. Ces faits peuvent être interprétés ainsi : l'acétate de nickel chauffé a perdu de l'acide acétique et il ne doit son activité qu'à l'hydrate libre (ou faiblement combiné ?) qu'il apporte avec lui en dissolution ; tandis que l'acétate neutre de manganèse est déjà rendu actif par la petite dose d'hydrate que fournit son hydrolyse. La très faible acidité de l'hydroquinone suffit pour faire rétrograder cette hydrolyse et l'effet est d'autant plus appréciable que la quantité de manganèse est moindre. Mais, si l'hydrolyse a déjà rétrogradé par une addition d'acide acétique libre, l'effet de l'hydroquinone devient négligeable. Dans le cas du nickel l'addition d'acide acétique ne fait que neutraliser un peu d'hydrate. La dose qui reste subit encore par l'hydroquinone une neutralisation sensible, d'où l'atténuation de l'activité.

L'acétate de nickel modifié par la chaleur constitue donc un type nouveau d'oxydase de l'hydroquinone dans lequel il paraît bien qu'on ait isolé l'influence de l'hydrate métallique lui-même. Ce fait conduit à des conséquences importantes. Mesurons l'activité de l'acétate neutre de nickel et rapportons-la à celle d'un acétate modifié où la dose d'hydrate libre soit connue. Nous aurons pour l'acétate neutre une estimation du degré d'hydrolyse. Mes premiers essais donnent l'ordre de grandeur du phénomène. Pour une dilution centinormale la fraction hydrolysée est inférieure au centième.

Cette activité présente un autre intérêt : c'est qu'aucun fait connu ne permet de l'expliquer. Le champ s'ouvre donc à des hypothèses nouvelles qu'il serait prématuré d'énoncer. Enfin ces observations doivent être rapprochées de celles que j'ai faites sur le cérium ([1]), le lanthane et le groupe des terres rares. Comme le nickel à côté du cobalt, le lanthane se place à côté du cérium, pareil à lui, sauf l'aptitude à l'oxydation ([2]). Ce rapprochement me conduit à reprendre l'étude de leurs composés.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, p. 45.

([2]) J'ai trouvé toutefois que l'acétate de lanthane est un catalyseur actif de peroxydation entre l'eau oxygénée et l'iodure de potassium.

CHIMIE MINÉRALE. — *Contribution à l'étude de la base ammonio-mercurique.* Note de M. H. **Gaudechon**, présentée par M. A. Ditte.

Ce corps a déjà fait l'objet de nombreux travaux; Guibourt, Fourcroy et Thenard, Kane, Weyl, Schmieder, Millon, Gerresheim, Rammelsberg, etc.; j'ai repris l'étude de cette base et de ses composés au point de vue thermochimique. Je rapporterai dans cette Note quelques faits relatifs aux hydrates et à l'action de l'eau.

Si l'on emploie l'oxyde mercurique jaune récemment précipité et non séché ou séché à 15° dans le vide, on constate que son action sur l'ammoniaque dissoute est instantanée pour former le composé

$$(AzHg^2)^2O, nH^2O.$$

La réaction est susceptible d'être mesurée thermiquement au calorimètre.

Le corps jaune amorphe obtenu dans ces conditions, lavé à l'alcool et à l'éther, séché à l'air rapidement en évitant l'acide carbonique, a pour composition :

Trouvé	$Hg = 87,2$	$Az = 3,04$	$H^2O = 7,62$
Calculé pour $(AzHg^2)^2O + 4H^2O$..	$Hg = 87,3$	$Az = 3,05$	$H^2O = 7,86$

C'est l'hydrate signalé par Gerresheim et obtenu par lui cristallisé.

Hydrates. — Cinq hydrates ont été décrits : ce sont ceux à 1, 2, 3, 4, $5H^2O$.

En fait, à la température de 10°-15° *dans l'air sec*, un seul de ces hydrates est stable : c'est l'hydrate $(AzHg^2)^2O + H^2O$.

L'existence de ces hydrates est d'autant plus difficile à prouver que tous ces composés sont amorphes. Voici les faits observés :

1° Si l'on abandonne une masse connue de l'hydrate à $4H^2O$ dans un espace clos exempt de CO^2 et saturé d'eau à une température de 10° à 20°, on constate qu'elle ne varie pas sensiblement et que sa composition demeure constante. Le composé est donc stable dans une atmosphère saturée d'eau vers 15°. A 0°, dans les mêmes conditions, ce corps n'a pas de tendance à fixer l'eau, c'est-à-dire que l'hydrate à $5H^2O$ signalé par Millon est peu stable à cette température, en l'absence d'eau liquide.

Si, d'autre part, on abandonne l'hydrate à $4H^2O$ en atmosphère sèche, de préférence dans le vide à la température de 10°-20° en présence de baryte anhydre, en prenant la précaution de maintenir une légère tension de gaz ammoniac, on constate que $3H^2O$ s'éliminent et que le composé brun amorphe, stable dans ces conditions, répond à la formule $(AzHg^2)^2O + H^2O$:

Trouvé...........	$Hg = 92,6$	$Az = 3,18$	$H^2O = 1,96$
Calculé......	$Hg = 92,8$	$Az = 3,24$	$H^2O = 2,08$

Si l'on ne prend pas la précaution de maintenir une tension de gaz ammoniac, une partie s'élimine avec l'eau. J'ai constaté une perte de $0,25\,AzH^3$ pour la molécule $(AzHg^2)^2O$ en séchant le corps à 15° sur P^2O^5.

Cet hydrate à $1\,H^2O$ replacé en atmosphère saturée à 15° reprend $3\,H^2O$ en même temps que sa couleur passe du brun au jaune.

L'hydrate à $1\,H^2O$ commence à présenter une tension faible vers 40°; on ne peut le déshydrater pratiquement que vers 100°, toujours en évitant la présence de l'acide carbonique et en maintenant une tension de gaz ammoniac.

On obtient dans ces conditions la base anhydre (Weyl) $(AzHg^2)^2O$, corps amorphe, brun. Cette base anhydre replacée en atmosphère saturée d'eau redonne l'hydrate à $4\,H^2O$ en se colorant en jaune.

Composition de $(AzHg^2)^2O$:	Trouvé......	$Hg = 94,35$	$Az = 3,35$
»	Calculé.....	$Hg = 94,7$	$Az = 3,31$

Il est difficile d'obtenir ce corps absolument anhydre et exempt d'une trace de carbonate. Je l'ai préparé aussi par l'action du gaz ammoniac sur l'oxyde mercurique à 100°; mais, chose curieuse, ce corps est dans un état de condensation tel qu'il ne reprend presque plus d'eau, quand on le place dans une atmosphère saturée. Je reviendrai sur cette question.

Certains auteurs ont proposé de chauffer les hydrates à 130°, soit pour obtenir la base anhydre ou l'hydrate à $1\,H^2O$. C'est à tort, car dès cette température la base anhydre subit un commencement de décomposition avec dégagement d'azote et mise en liberté de mercure. A 150°, cette décomposition est très nette.

Action de l'eau à 100° *sur la base hydratée.* — Étant donné que la séparation de l'eau à 15° entraîne une certaine quantité de AzH^3, il m'a paru intéressant d'étudier l'action de l'eau à 100°. La base étant stable en présence d'eau à la température ordinaire.

La base chauffée avec l'eau à l'ébullition se décompose intégralement suivant l'équation

$$(1)\qquad (AzHg^2)^2O + 3H^2O = 2AzH^3 + 4HgO.$$

Cette décomposition est lente et, pour la vérifier, il est nécessaire : 1° d'opérer sur le corps porphyrisé et non carbonaté; 2° d'éviter la présence de l'acide carbonique; à défaut de ces précautions, la réaction semble limitée. La limite variant d'ailleurs, soit parce que le HgO séparé englobe les particules de base et empêche l'action ultérieure de l'eau, soit qu'il se forme du carbonate non hydrolysable dans ces conditions. Pratiquement j'ai pu dégager 97 pour 100 de l'azote.

L'oxyde de mercure qui se sépare, se présente sous une forme que je n'ai pas trouvée décrite : il est cristallisé en aiguilles transparentes, de

couleur brune dérivant probablement du système hexagonal. Il diffère complètement comme aspect des formes jaune et rouge connues. J'ai pris soin de l'analyser.

J'ajouterai que j'ai vérifié cette action décomposante de l'eau sur la base en opérant dans des vases de platine, afin d'éliminer l'action alcaline du verre.

On peut se demander si la réaction (1) n'est pas susceptible d'équilibre, c'est-à-dire si, à une température déterminée, la décomposition de la base par l'eau n'est pas limitée par une concentration déterminée de la solution en AzH^3.

L'expérience est très délicate, mais il semble bien cependant qu'il en soit ainsi. On constate qu'après 4 à 6 heures de chauffe à 100°, la concentration de la solution en ammoniaque ne varie plus sensiblement, cette concentration est très faible (0g,025 à 0g,028 AzH^3 par litre). Si l'on prolonge au delà de 10 à 15 heures l'action de l'eau à 100°, l'influence de l'alcalinité du verre intervient et fausse les résultats. Quoi qu'il en soit, la concentration limite de AzH^3 paraît faible, elle suffit cependant par justifier la décomposition totale de la base et elle explique la lenteur de cette décomposition.

J'ai constaté la réversibilité du phénomène, c'est-à-dire la recombinaison de l'AzH^3 à l'oxyde mercurique par abaissement de température. Mais cette action inverse est lente en raison de la faible concentration de la liqueur ammoniacale et surtout en raison de ce fait que le HgO se sépare sous une forme telle que l'AzH^3 se combine difficilement à lui. J'ai constaté en effet qu'en présence d'une solution ammoniacale concentrée, la transformation de cet oxyde en base jaune est très lente, comme avec l'oxyde rouge, fait connu d'ailleurs.

Je compte revenir sur l'action décomposante de la potasse, fait qui a été l'objet de nombreuses contradictions de la part des auteurs.

En résumé : 1° La base ammonio-mercurique se forme instantanément dans l'action du HgO précipité sur l'ammoniaque dissoute.

2° De tous les hydrates signalés l'hydrate $(AzHg^2)^2O + H^2O$ est stable à la température ordinaire en atmosphère sèche. L'hydrate à $4H^2O$ est stable en atmosphère saturée de vapeur d'eau à 15°. L'hydrate à $5H^2O$ ne semble pouvoir exister qu'en présence d'eau liquide.

3° L'eau à 100° décompose intégralement la base en oxyde de mercure et ammoniaque.

4° L'oxyde de mercure brun séparé dans ces conditions se présente sous une forme cristallisée différant par son aspect des formes jaunes et rouges connues.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'acide hypovanadique avec quelques acides oxygénés.* Note de M. GUSTAVE GAIN, présentée par M. A. Ditte.

L'*acide sélénique*, comme l'acide sulfurique, possède la propriété de se combiner à l'acide hypovanadique hydraté pour donner des sels bien définis.

Pour les obtenir, il suffit de dissoudre dans une solution étendue d'acide sélénique de l'acide hypovanide hydraté $V^2O^4 2H^2O$. La dissolution se fait très bien et la liqueur prend une belle couleur bleue. Après quinze jours d'évaporation dans le vide, elle dépose une poudre microcristalline qui, une fois sèche, est d'une couleur *bleu clair*, attirant l'humidité et tombant à la longue en déliquescence.

L'analyse ci-dessous nous montre qu'on peut lui attribuer la formule $V^2O^4 3,5 SeO^3 7 H^2O$.

	Trouvé pour 100.	Calculé.
V^2O^4	22,41	22,53
SeO^3	60,25	60,35
H^2O	17,32	17,12
	99,98	100,00

En opérant en présence d'un excès d'acide sélénique il se dépose encore un séléniate, mais beaucoup plus difficilement; ce n'est qu'après un mois de séjour dans le vide qu'il commence à se former. C'est encore un *sel bleu*, plus clair que le précédent et aussi plus avide d'eau; il faut prendre la précaution de le conserver à l'abri de l'air; il est, comme le montre l'analyse, plus riche en acide sélénique et il répond à la composition

$$V^2O^4, 5 SeO^3, 10 H^2O.$$

	Trouvé pour 100.	Calculé.
V^2O^4	16,70	16,92
SeO^3	64,90	64,72
H^2O	18,38	18,35
	99,98	99,99

Rappelons que nous avons préparé les sulfates

$$V^2O^4, 3,5\,SO^3, 10\,H^2O, \qquad V^2O^4, 5\,SO^3, 12\,H^2O,$$

qui ne diffèrent des séléniates précédents que par le nombre des molécules d'eau.

L'acide phosphorique peut aussi réagir sur l'acide hypovanadique, mais les combinaisons qu'il forme avec lui sont mieux cristallisées. On opère de la même façon, en dissolvant $V^2O^4, 2H^2O$ dans de l'acide phosphorique plus ou moins étendu et en mettant évaporer dans le vide. Les cristaux qui se déposent sont bleu très clair et disposés par rayonnement autour d'un centre. Ceux qui se forment dans la solution la plus concentrée sont également bleus, mais plus beaux que les précédents, et ils se présentent sous la forme de grandes aiguilles, partant aussi d'un centre commun.

Les uns et les autres répondent aux formules suivantes :

1°

	Trouvé pour 100.	Calculé.
V^2O^4	30,38	29,74
P^2O^5	50,27	50,90
H^2O	19,30	19,35
	99,95	99,99

$$V^2O^4, 2P^2O^5, 6H^2O;$$

2°

	Trouvé pour 100.	Calculé.
V^2O^4	21,30	21,50
P^2O^5	55,21	55,18
H^2O	23,46	23,31
	99,97	99,99

$$V^2O^4, 3P^2O^5, 10H^2O.$$

L'acide arsénique également dissout très bien $V^2O^4, 2H^2O$, en donnant une solution bleu foncé qui, mise à évaporer dans le vide, dépose, au bout de 2 ou 3 jours, une matière verte au milieu de laquelle se voient de nombreux petits cristaux bleus. Cette matière est gommeuse et gélatineuse; on en débarrasse facilement les cristaux par deux ou trois lavages très rapides avec de l'eau dans laquelle on a dissous un peu d'acide arsénique.

On obtient alors, après séchage sur porcelaine dégourdie, une belle

matière bleue cristalline, mais qui, assez rapidement, devient verte au contact de l'air.

L'analyse

	Trouvé pour 100.	Calculé.
V^2O^4	17,53	17,22
As^2O^5	71,23	71,57
H^2O	11,19	11,20
	99,95	99,99

permet de lui attribuer la formule

$$V^2O^4, 3As^2O^5, 6H^2O.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Relations entre le diagramme des alliages binaires et leur malléabilité*. Note de M. **Léon Guillet**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

Nous avons cherché à mettre en vue la relation qui existe entre la malléabilité et le diagramme des alliages.

Les nombreux essais que nous avons faits seront décrits ultérieurement dans un Mémoire spécial. Nous voulons seulement énumérer les lois générales auxquelles nous ont conduit cette étude.

Premier cas. — Les métaux se déposent à l'état pur. Le *liquidus* est formé par deux branches de courbe avec point eutectique, le *solidus* est constitué par une seule horizontale.

A. Si les deux métaux sont malléables tous les alliages le sont (Pb-Cd).

B. Si les deux métaux ne sont pas malléables, aucun alliage ne l'est (Bi-Zn à froid).

C. Si un métal est malléable et l'autre non, la malléabilité des alliages dépendra essentiellement de celle de l'eutectique.

Si le point eutectique se trouve entre le centre du diagramme et le point figuratif du métal non malléable, l'eutectique sera peu ou pas malléable (Pb-Bi). Si le point eutectique se trouve dans l'autre partie du diagramme l'eutectique sera malléable (Pb-Sb).

Les alliages formés du métal et d'un eutectique tous les deux malléables ou non malléables jouissent évidemment de la même propriété que ces constituants. Ceux formés par un métal non malléable et un eutectique malléable ne le sont que si le métal est en proportions très faibles.

Deuxième cas. — Les métaux ne sont miscibles à l'état solide que dans le voisinage des métaux purs et ne forment pas de combinaison. Le *liquidus* a même forme que dans le premier cas, le *solidus* est constitué par une horizontale et deux branches de courbes.

Si l'un des métaux est malléable, la solution solide riche en ce métal est toujours malléable (Cu-Ag; Ni-Au).

Nous n'avons pas rencontré de solution riche en un métal non malléable.

On raisonnera sur les autres alliages comme on l'a fait dans le premier cas, mais en tenant compte que l'eutectique est formé de deux solutions solides dans la proportion de $\frac{\alpha}{\beta} = \frac{mb}{ma}$.

Troisième cas. — Les métaux forment des combinaisons ou des solutions solides qui se solidifient à température constante.

Le *liquidus* présente un ou plusieurs maxima, le *solidus* indique des solutions solides ou des combinaisons correspondant à ces maxima.

On peut affirmer que tous les alliages renfermant la solution solide pure ou ceux correspondant aux combinaisons pures ne sont pas malléables (Cu-Al, Ni-Sb, Ni-Sn, Mg-Al, Au-Sn, etc.).

En divisant le diagramme en différentes parties limitées par les verticales correspondant aux maxima, on raisonnera sur ces proportions de diagramme comme l'indiquaient les règles précédentes en se souvenant que les différents points de départ autres que les métaux purs ne sont pas malléables.

On en conclura que seuls les alliages qui sont aux extrémités du diagramme sont malléables.

Quatrième cas. — Les alliages forment des combinaisons ou des solutions solides qui, lorsqu'elles sont pures, se décomposent avant de passer à l'état liquide.

Le *liquidus* présente un ou plusieurs points de transition.

On raisonnera sur ces alliages comme on l'a fait dans le cas précédent en se rappelant que le *solidus* met en vue une solution solide, soit une combinaison, laquelle est toujours non malléable (Ni-Sn, Cu-Sn).

Si l'on est en présence d'un alliage formé d'un métal pur malléable ou d'une solution solide très riche en ce métal et d'une combinaison, on pourra dire que l'alliage ne possède qu'une faible malléabilité. Il suffit toujours de petites proportions de la combinaison pour le rendre non malléable (Cu-Cd).

Un alliage formé de deux solutions solides, une riche en métal malléable,

n'est malléable que si les proportions de la seconde solution sont faibles

(Cu-Zn, Cu-Sn).

Cependant il arrive qu'une solution solide correspondant à un point de transition ne soit pas malléable à froid et le soit à chaud (solution β des laitons et des bronzes d'aluminium), les alliages formés de cette solution et d'une autre solution malléable à froid sont malléables à froid ou malléables à chaud suivant les proportions des deux solutions (laitons à 60-62 pour 100 de cuivre malléables à froids, laitons à 57-60 pour 100 de cuivre malléables à chaud).

Cinquième cas. — Les métaux sont miscibles dans toutes les proportions. Le *liquidus* est formé par une seule branche de courbe, le *solidus* aussi.

Le diagramme indique l'existence d'une seule solution solide; d'après ce que nous avons dit, si l'on part d'un métal malléable, la solution solide l'est également; comme elle occupe la totalité du diagramme, il s'ensuit que tous les alliages sont malléables. On doit donc conclure que deux métaux isomorphes sont ou malléables ou non malléables. C'est bien le résultat auquel conduisent les recherches faites, les alliages cuivre-nickel, nickel-cobalt, cuivre-palladium, argent-or sont tous malléables; aucun alliage bismuth-antimoine ne l'est. La seule exception rencontrée est donnée par les alliages fer-manganèse, mais le manganèse utilisé est très impur et l'on peut attribuer aux corps étrangers le résultat obtenu.

Sixième cas. — Les alliages présentent des transformations à l'état solide. Le diagramme indique ces points de transformation.

On peut raisonner sur de tels diagrammes comme nous l'avons fait jusqu'ici. Il suffit de les décomposer en un certain nombre de zones limitées par les points intéressants du *solidus*, du *liquidus* et les lignes des points de transformation et se rappeler que toutes les solutions solides ne correspondant pas aux extrémités du diagramme et les combinaisons ne sont jamais malléables, du moins à froid.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le mécanisme de la synthèse des dérivés quinoléiques (réaction de Döbner).* Note de MM. **L.-J. Simon** et **Ch. Mauguin**.

Lorsqu'on fait réagir *en solution alcoolique* l'acide pyruvique

$$CH^3 - CO - CO^2H$$

sur une base aromatique primaire on obtient un acide méthylquinoléique (I) (Böttinger, Simon); lorsqu'on fait la même opération en présence d'une aldéhyde, telle que l'aldéhyde benzylique, on obtient un acide phénylquinoléique (II) (Döbner). Dans le cas de la β-naphtylamine les symboles de ces acides sont

```
             CO²H                          CO²H
              |                             |
             ,C,                           ,C,
           /    \\CH                     /    \\CH
C¹⁰H⁶<    (I)    |          C¹⁰H⁶<    (II)    |
           \    //C — CH³,               \    //C — C⁶H⁵.
             \N//                          \N//
```

Les réactions qui les produisent peuvent être formulées comme il suit :

$$C^{10}H^7NH^2 + 2CH^3-CO-CO^2H = CO^2 + 2H + 2H^2O + C^{15}H^{11}O^2N,$$
$$C^{10}H^7NH^2 + CH^3-CO-CO^2H + C^6H^5COH = 2H + 2H^2O + C^{20}H^{13}O^2N.$$

Elles permettent (¹) de se procurer des acides quinoleiques et, par suite, des quinoléines substituées de constitution connue qui peuvent se rencontrer dans la dégradation systématique des alcaloïdes naturels. Elles ont donc pris de ce chef une importance considérable. Malgré cela, leur mécanisme est loin d'être élucidé et l'on est réduit aux hypothèses sur la destinée de l'hydrogène qui doit se trouver libéré dans l'un et l'autre cas.

Des recherches précédentes (²) nous ont sollicités de reprendre la réaction de Döbner. Au cours de cette répétition, faite dans des conditions variées avec l'arrière-pensée d'en surprendre le mécanisme ou tout au moins d'en saisir un stade intermédiaire, nous avons été assez heureux pour isoler, à côté du produit principal, des substances accessoires dont l'intérêt est précisément de nous renseigner sur le sort de l'hydrogène libéré dans la réaction fondamentale.

I. En opérant comme l'a fait Döbner, *à chaud et en solution alcoolique*, on aboutit à un résidu visqueux sur lequel il est pénible de poursuivre l'analyse des produits de la réaction. C'est en utilisant d'autres véhicules, *le chloroforme ou le benzène*, et en laissant le procès se poursuivre *à froid* que nous avons vu disparaître tout produit résineux et que nous avons pu, par suite, aller plus loin dans l'examen des produits accessoires. En outre,

---

(¹) La réaction de Döbner est aussi souvent utilisée pour spécifier les aldéhydes.

(²) L.-J. Simon et Ch. Mauguin, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 427 et 466.

au lieu de faire intervenir isolément l'aldéhyde benzylique et la β-naphtylamine, nous avons employé la benzylidène-β-naphtylamine purifiée préalablement en quantité équimoléculaire avec l'acide pyruvique.

Nous avons obtenu ainsi trois acides, une base et un excès constant de benzaldéhyde ([1]). Deux de ces acides sont justement ceux qui correspondent aux réactions citées et formulées plus haut : les acides méthyl- et phénylnaphtoquinoléine carbonique [(I) et (II)]; le troisième acide provient de l'hydrogénation de ce dernier : c'est l'acide tétrahydrophénylnaphtoquinoléine carbonique. La substance basique n'est autre que la benzylnaphtylamine, c'est-à-dire le produit d'hydrogénation de la benzylidènenaphtylamine initiale

$$C^{20}H^{13}O^2N + 4H = C^{20}H^{17}O^2N,$$
$$C^{10}H^{17} - N = CH - C^6H^5 + 2H = C^{10}H^7 - NH - CH^2 - C^6H^5.$$

L'isolement des deux dernières substances nous renseigne sur le sort de l'hydrogène libéré. En outre, nous voyons qu'une partie de la benzylidènenaphtylamine se trouve éliminée du champ de la réaction sous forme d'une amine qui ne peut la suppléer; dès lors, l'acide pyruvique se trouve en excès; cette circonstance explique à la fois la présence d'acide méthylcinchoninique (I) et l'excès de benzaldéhyde qu'on retrouve toujours dans le résidu de l'opération et qui contribue à en rendre l'étude difficile.

II. Instruits dès lors, quant à l'hydrogène, il restait à pénétrer plus profondément le mécanisme de la réaction, à isoler par exemple l'une ou l'autre des substances analogues à celles qui s'étaient offertes à notre observation dans l'action de l'éther oxalacétique par la benzylidènenaphtylamine (*loc. cit.*), c'est-à-dire, soit un produit d'addition des molécules mises en jeu, soit un acide dihydrogéné précurseur de l'acide quinoléique lui-même.

Nous n'avons pu réussir à isoler le dihydroacide, mais il nous était permis de supposer qu'il se transforme aussitôt formé en un mélange équimoléculaire de l'acide proprement dit et de l'acide tétrahydrogéné que nous avons effectivement isolé. Notre attention s'est alors portée sur le composé intermédiaire d'addition dont certaines apparences nous autorisaient à imaginer l'existence transitoire. Nous n'y sommes pas parvenus

([1]) Ce n'est pas le lieu d'insister ici sur la caractérisation des produits obtenus ni sur leur proportion relative nécessaire pour compléter notre démonstration.

avec l'acide pyruvique lui-même, mais nous avons eu plus de bonheur en le remplaçant dans l'expérience par son éther, le pyruvate d'éthyle.

Dans ce cas, nous avons pu découvrir dans les produits de la réaction non seulement l'éther de l'acide phénylnaphtoquinoléine carbonique (II), mais aussi (en très petite quantité il est vrai) le produit initial d'addition des deux substances mises en présence, et il nous a été facile de le transformer en l'autre de façon à établir son rôle intermédiaire

$$\begin{array}{c} CH^3 - CO - CO^2C^2H^5 \\ + \\ C^{10}H^7 - N = CH - C^6H^5 \end{array} = \begin{array}{c} CO^2C^2H^5 - CO - CH^2 \\ | \\ C^{10}H^7 - NH - CH - C^6H^5 \end{array} \rightarrow$$

$$\rightarrow C^{10}H^6 \begin{array}{l} \diagup C(CO^2C^2H^5) = CH \\ \diagdown NH - CH - C^6H^6 \end{array} \rightarrow C^{10}H^6 \begin{array}{l} \diagup C(CO^2C^2H^5) = CH \\ \diagdown N = C - C^6H^5. \end{array}$$

Ces observations jointes aux précédentes et à l'analyse si complète de ce qui passe avec l'éther oxalacétique projettent une certaine clarté sur le mécanisme synthétique de la réaction de Döbner.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fonction éther de diphénol* $C^6H^4 \begin{array}{l} -O \\ -O \end{array} \rangle CCl^2$.

Note de M. R. DELANGE, présentée par M. A. Haller.

Les éthers méthyléniques de diphénols ortho, soumis à l'action du perchlorure de phosphore ou du chlore en présence de soufre (*Cent. Bl.*, t. I, 1906, p. 511), transforment leur groupement $\begin{array}{l} -O \\ -O \end{array} \rangle CH^2$ en $\begin{array}{l} -O \\ -O \end{array} \rangle CCl^2$.

Au cours de recherches qui m'ont permis d'obtenir quelques homologues de la pyrocatéchine (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, p. 423 et 1701), j'ai toujours constaté que les corps contenant le groupement $\begin{array}{l} -O \\ -O \end{array} \rangle CCl^2$ se transformaient par l'action de l'eau à froid en carbonates diphénoliques $\left(CO \langle \begin{array}{l} O \\ O \end{array} \rangle Aralkyl\right)$.

J'ai, d'autre part, observé la transformation de $\begin{array}{l} -O \\ -O \end{array} \rangle CCl^2$ en $\begin{array}{l} -O \\ -O \end{array} \rangle CO$, dans les

mêmes conditions, pour des molécules plus complexes; ainsi le dichloropipéronylate d'éthyle $CCl^2\langle{}^{O}_{O}\rangle C^6H^3 - CO^2 - C^2H^5$ (éb. 156°-157°, 9mm) donne le carbonate $CO\langle{}^{O}_{O}\rangle C^6H^3 - CO^2C^2H^5$ (éb. 169°-171°, 12mm).

L'acide pipéronylique fournit d'une façon analogue le chlorure de pipéronyle dichloré $CCl^2\langle{}^{O}_{O}\rangle C^6H^3 - COCl$ (éb. 149°-151°, 13mm) qui se décompose par l'eau froide en un mélange de carbonate $CO\langle{}^{O}_{O}\rangle C^6H^3 - CO^2H$, et d'acide protocatéchique ${}^{OH}_{OH}\rangle C^6H^3 - CO^2H$.

Fittig et Remsen, comparant la fonction $CCl^2\langle{}^{O-}_{O-}$ à l'oxychlorure de carbone, avaient indiqué la formation probable de tels carbonates sans les isoler (*Lieb. Ann.*, t. CXLIX, p. 157).

Ces auteurs, après avoir préparé le tétrachloropipéronal $CCl^2\langle{}^{O}_{O}\rangle C^6H^3 - CHCl^2$, par l'action du perchlorure de phosphore, ont attribué au produit de décomposition par l'eau, de ce dérivé tétrachloré, la constitution d'un dichloropipéronal

(1) $$CCl^2\langle{}^{O}_{O}\rangle C^6H^3 - CHO.$$

Or, en raison des observations consignées ci-dessus sur la facilité avec laquelle le groupement ${}^{-O}_{-O}\rangle CCl^2$ est transformé en ${}^{-O}_{-O}\rangle CO$; en raison aussi de la stabilité relativement grande de la fonction chlorure de benzylidène, j'ai été amené à proposer de substituer à la formule (1) celle d'un carbonate de dichlorométhylpyrocatéchine :

(2) $$CO\langle{}^{O}_{O}\rangle C^6H^3 - CHCl^2.$$

J'ai préparé de nouveau le tétrachlorure de pipéronal et j'ai obtenu, au lieu du composé liquide mal défini décrit jusqu'ici, un corps bien cristallisé qui fond à 34° et bout sans décomposition à 162°-164° (sous 14mm).

L'eau réagit à froid sur ce corps tétrachloré et donne bien un nouveau composé qui ne contient plus que 2at de chlore et qui fond (après cristallisation dans le benzène) à 90° (Fittig et Remsen, *loc. cit.*); ce corps, soumis à l'action de l'eau à l'ébullition, et surtout des acides dilués, se dédouble suivant la réaction classique qui concorde avec la formule (2) :

$$CO\langle{}^{O}_{O}\rangle C^6H^3 - CHCl^2 + 2H^2O = \underbrace{{}^{OH}_{OH}\rangle C^6H^3 - CHO}_{\text{Ald. protocatéchique.}} + CO^2 + 2HCl.$$

En outre, le composé dichloré, fondant à 90°, ne se combine pas avec le bisulfite, comme permettrait de le penser la constitution (1).

Enfin, 1^{mol} de perchlorure de phosphore devrait réagir sur un composé répondant à la formule (1) pour régénérer le tétrachloropipéronal; or, aucune réaction n'a lieu, même à chaud, et le composé fondant à 90° reste inaltéré. Ce fait vérifie la formule (2), car j'ai constaté souvent que le groupement $CO\left\langle\begin{matrix}O-\\O-\end{matrix}\right.$ est sans action sur le perchlorure de phosphore.

L'action de l'eau à froid sur la fonction $CCl^2\left\langle\begin{matrix}O-\\O-\end{matrix}\right.$ est donc bien régulière et fournit toujours le carbonate $CO\left\langle\begin{matrix}O-\\O-\end{matrix}\right.$.

La potasse caustique KOH qui pourrait agir à la façon de l'eau sur les composés dichlorométhyléniques avec formation de chlorure de potassium, donne lieu à une réaction très violente que l'on modère par dilution dans le benzène; le composé qui se forme est constitué par doublement de la molécule avec départ total du chlore $\left.\begin{matrix}-O\\-O\end{matrix}\right\rangle C = C\left\langle\begin{matrix}O-\\O-\end{matrix}\right.$.

En particulier, le dichlorométhène dioxypropylbenzène fournit un composé qui bout à 242°-243° (10^{mm}) et dont la constitution est la suivante :

$$C^3H^7-C^6H^3\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle C = C\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle C^6H^3-C^3H^7.$$

Ce corps se dissout dans l'acide sulfurique concentré et cette solution, traitée par un excès d'eau, ne permet de régénérer qu'une molécule de carbonate de propylpyrocatéchine.

Le dédoublement qui s'est effectué peut s'interpréter de la façon suivante :

$$C^3H^7-C^6H^3\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle C\left\langle\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. + \left.\begin{matrix}SO^3H\\SO^3H\end{matrix}\right\rangle C\left\langle\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\right\rangle C^6H^3-C^3H^7.$$

Le dérivé disulfoné extrêmement soluble dans l'eau n'est pas enlevé par épuisement à l'éther, ce qui explique la disparition d'une demi-molécule du composé primitif.

En ajoutant à 1^{mol} du composé de formule double ci-dessus la quantité théorique (2^{mol}) d'acide sulfurique pur SO^4H^2, on peut séparer par essorage le composé disulfoné $\left.\begin{matrix}-O\\-O\end{matrix}\right\rangle C\left\langle\begin{matrix}SO^3H\\SO^3H\end{matrix}\right.$ qui fond à 52° et que l'on titre acidimétriquement en solution aqueuse avec précision.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'hydroxylamine sur les nitriles, amides et éthers-sels acétyléniques, et sur les composés β-cétoniques correspondants.* Note de MM. CH. MOUREU et I. LAZENNEC, présentée par M. A. Haller.

A. *a.* En faisant réagir une solution méthylique d'hydroxylamine, libérée de son chlorhydrate par le méthylate de sodium, sur le nitrile phénylpropiolique, nous avons obtenu, par une réaction d'addition, un composé fusible à 111°, qui répond à la formule $C^9H^8N^2O$. Le corps est identique à celui qui a été préparé par Obregia (*Lieb. Ann.*, t. CCLXVI, p. 328) en traitant le benzoylacétonitrile ou cyanacétophénone par le chlorhydrate d'hydroxylamine et la soude caustique, d'une part, et par Burns en faisant réagir le chlorhydrate d'hydroxylamine sur le dérivé iminé correspondant C = NH, d'autre part (*J. f. prakt. Ch.*, t. XLVII, p. 123). Le chlorhydrate de ce composé, que nous avons préparé en traitant sa solution éthérée par le gaz chlorhydrique, fond à 154°-155°; son dérivé benzoylé fond à 179°-180°.

b. Burns, en chauffant le corps $C^9H^8N^2O$ à l'ébullition avec de l'acide chlorhydrique concentré, a obtenu un composé monoazoté, dont la formule $C^9H^7NO^2$ ne diffère de la précédente que par l'existence de 1[at] d'oxygène à la place du groupe NH (*loc. cit.*). Il est identique à la phénylisoxazolone qui a été préparée : à partir du benzoylacétate d'éthyle par Claisen et Zedel (*Berichte*, t. XXIV, p. 141) et par Hantzsch (*Berichte*, t. XXIV, p. 502), à partir de la benzoylacétamide par Obregia (*Lieb. Ann.*, t. CCLXVI, p. 334) et, plus récemment, par Th. Posner (*Berichte*, t. XXXIX, p. 3515) en oxydant l'acide β-hydroxylamino-β-phénylpropionique, lequel provient de la fixation de l'hydroxylamine sur la liaison éthylénique de l'acide cinnamique.

Bien purifiée, la phénylisoxazolone fond à 151°-152° (corr.) avec décomposition. Elle est soluble dans les alcalis; son sel ammoniacal fond à 168°-169° avec décomposition. Nous avons obtenu le même corps ou son sel ammoniacal en faisant réagir l'hydroxylamine libre sur le phénylpropiolate d'éthyle, le β-éthoxycinnamate d'éthyle, ou l'amide phénylpropiolique.

c. Quelle est la constitution du composé $C^9H^7NO^2$ (F. 151°-152°)? Elle nous paraît établie par sa formation à partir du β-éthoxycinnamate d'éthyle :

$$C^6H^5-C(OC^2H^5)=CH-CO^2C^2H^5 + HNH\!-\!OH \rightarrow C^6H^5-\underset{\substack{|\\ HN-OH}}{C}=CH-CO^2C^2H^5 \rightarrow C^6H^5-\underset{\substack{|\\ HN\,{}^2}}{C^3}=\overset{4}{CH}-\overset{5}{CO}\text{ (cycle }HN^2-O^1-C^5O)$$

3-phényl-5-isoxazolone.

Ce schéma diffère de celui qui a été proposé par Claisen et Zedel en ce que la double liaison du noyau pentagonal est située entre deux atomes de carbone, tandis que la formule des auteurs allemands comporte un groupe CH^2 et une double liaison à l'azote.

Les autres modes de formation de la phénylisoxazolone s'expliqueront simplement :

1° Avec l'amide phénylpropiolique, après la fixation de l'hydroxylamine, la fermeture de la chaîne s'effectue par élimination d'ammoniaque :

$$C^6H^5-C\equiv C-CONH^2 \to C^6H^5-C(-HN-OH)=CH-CONH^2 \to C^6H^5-C=CH-CO-O-NH \text{ (cycle)}$$

(+ HNH–OH)

2° Dans le cas de la benzoylacétamide et du benzoylacétate d'éthyle, il est commode de supposer que ces deux composés β-cétoniques agissent sous leur forme tautomérique sur l'hydroxylamine.

d. La constitution du corps $C^9H^8N^2O$ découle immédiatement de celle de la phénylisoxazolone : c'est le composé iminé correspondant, ou 3-phényl-5-isoxazolonimine.

Sa formation, à partir du nitrile phénylpropiolique, se comprend aisément :

$$C^6H^5-C\equiv C-CN \to C^6H^5-C(-HN-OH)=CH-CN \to C^6H^5-C_3=C_4H-C_5(=NH)-O_1-N_2H \text{ (cycle)}$$

(+ HNH–OH)

3-phényl-5-isoxazolonimine.

En 1891 (*Bull. Soc. chim.*, 3e série, t. V, p. 773), M. Hanriot a obtenu, par l'action de l'hydroxylamine sur le propionylpropionitrile, un composé qu'il a considéré comme un aminoisoxazol, et auquel il a attribué la structure suivante :

$$C^2H^5-C=N-O-C(-NH^2)=C(-CH^3)- \text{ (cycle)}$$

Ce savant a donné, à l'appui de la présence du groupe NH^2, d'excellentes raisons; c'est ainsi que le corps, traité par l'acide azoteux, lui a fourni un dérivé oxyazoïque, et qu'il a transformé ce dernier en hydrazoïque au moyen du sulfhydrate d'ammoniaque.

Notre composé $C^9H^8N^2O$ ne nous a rien donné de semblable. Il est, à la vérité, attaqué par l'acide azoteux, mais le produit qui prend naissance ne présente aucune analogie avec celui que fournit le corps de M. Hanriot dans les mêmes conditions.

Il convient de faire observer, d'ailleurs, que le propionylpropionitrile est un nitrile β-cétonique substitué, tandis que le benzoylacétonitrile renferme le groupement $-CO-CH^2-$, et cette remarque peut suffire à expliquer la différence de constitution des deux produits finalement obtenus.

B. Nous avons cherché à généraliser les réactions précédentes.

a. Le nitrile amylpropiolique et le caproïlacétonitrile nous ont fourni, par l'action de l'hydroxylamine, un composé $C^8H^{14}N^2O$, fusible à 41°, qui donne un chlorhydrate fondant à 104°-106° et un dérivé acétylé fondant à 87°-88°. Traité à chaud par l'acide chlorhydrique concentré, ce corps, qui doit être l'amylisoxazolonimine, est rapidement décomposé : il y a production de chlorhydrate d'hydroxylamine et de chlorhydrate d'ammoniaque, dégagement de gaz carbonique et formation de méthylamylcétone. Il est vraisemblable qu'il se forme d'abord de l'amylisoxazolone, et que celle-ci se détruit au fur et à mesure de sa production.

Cette amylisoxazolone a été isolée sous forme de sel ammoniacal

$$C^8H^{12}NO^2.NH^4,$$

fusible à 174°-175° (corr.) avec décomposition, et de dérivé benzoylé, fusible à 72°-73°, à partir de l'amylpropiolate d'éthyle et du caproïlacétate d'éthyle, d'une part, et à partir de l'amide amylpropiolique et de la caproïlacétamide, de l'autre.

b. De même, le nitrile hexylpropiolique et l'heptoylacétonitrile, traités par l'hydroxylamine, nous ont donné un corps fusible vers 32°, dont le dérivé acétylé fond à 82°,5-83°, et qui doit être l'hexylisoxazolonimine.

En résumé : 1° Les nitriles acétyléniques et les nitriles β-cétoniques non substitués fournissent, par condensation avec l'hydroxylamine, les mêmes composés cycliques à 2^{at} d'azote. Nous considérons ces composés comme des isoxazolonimines.

2° Les amides et éthers-sels acétyléniques donnent, avec l'hydroxylamine, des dérivés identiques à ceux qu'on obtient avec les amides et éthers-sels β-cétoniques correspondants. Ces dérivés doivent être considérés comme des isoxazolones.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Hydrolyse des sels.*
Note de M. A. **Rosenstiehl** (Extrait), présentée par M. A. Haller.

Les discussions qui ont eu lieu il y a une dizaine d'années sur la constitution des fuchsines ont motivé quelques travaux d'un intérêt plus général. Telle est la question relative aux différences entre sels et éthers. A cette occasion j'ai démontré qu'il n'y a pas de réaction permettant de distinguer ces deux classes de corps. L'unique différence réside dans leur constitution [1].

Le caractère invoqué alors par M. Tortelli [2], la précipitation complète du chlore des fuchsines en solution aqueuse ou alcoolique par le nitrate d'argent, ne peut servir à les caractériser comme sels; car il y a des éthers [comme le chlorure de triphénylméthane $(C^6H^5)^3 \equiv C1 - Cl$] qui se comportent de même.

Pour d'autres éthers la réaction, selon les lois de Berthollet, n'a lieu qu'après un temps qui varie suivant les éthers; il faut qu'il y ait eu hydrolyse préalable. Tel est l'iodure de méthyle [3] dont j'ai mesuré la vitesse de transformation.

Mais ce même caractère d'hydrolyse lente se retrouve chez un certain nombre de sels : les acéto-chlorures de fer de Scheurer-Kestner [4], les sulfates de chrome de M. Recoura [5], les iodométhylates du triphénylméthane [6].

Il y a donc des éthers à hydrolyse lente et des sels à hydrolyse lente (on pourrait les désigner par le mot de *bradolytes*).

D'autre part, il y a des éthers à hydrolyse instantanée (*sténolytes*). Pourquoi n'y aurait-il pas aussi des sels à hydrolyse rapide?

On arrive ainsi à considérer comme hydrolysés tous les sels dont la solution aqueuse réagit selon les lois de Berthollet. Cette hydrolyse se dégage

---

(1) *Soc. chim. de Paris,* t. XV, p. 953 et 1299.
(2) *Gazz. chim. ital.,* t. XXV, 2e partie, 1895. — *D. ch. G.,* t. XXVI, p. 1702-1704.
(3) *Soc. chim. Paris,* t. XV, p. 963.
(4) *Bull. Soc. chim.,* 1863, p. 343 et 344.
(5) *Bull. Soc. chim.,* t. VII, p. 200; t. IX, p. 586.
(6) *Bull. Soc. chim.,* t. XV, p. 1304.

comme conséquence logique de ce qui précède. Elle est prouvée en outre par les rapprochements suivants :

1. La solution d'un grand nombre de sels, limpide quand elle est concentrée, se trouble par la dilution, abandonnant, à l'état insoluble, soit la base, soit l'acide, soit un sel basique.

2. D'autres ne se troublent pas, mais l'hydrolyse se révèle par le procédé de Graham, la diffusion. Ce sont des sels dont la base ou l'acide peuvent, en se polymérisant d'après Grimaux, prendre l'état colloïdal. La séparation des acides et des bases se fait par dialyse, non pas par l'action de la membrane perméable, comme on l'admettait d'après Dutrochet, mais par la force expansive des molécules en dissolution, analogue à celle des gaz et des vapeurs, ainsi que je l'ai prouvé (1) en 1870: expansion qui peut aller jusqu'à la dissociation, comme concluait Henri Sainte-Claire Deville (2), donnant à la signification du mot de *dissociation,* créé par lui, une extension qu'elle n'a plus aujourd'hui.

3. L'hydrolyse a été établie par moi (3) pour trois chlorhydrates d'amines tertiaires, par une méthode qui ne peut s'appliquer qu'à cette classe de corps. Ce sont trois matières colorantes que l'eau dédouble (4) en base hydroxylée et en acide, le tout restant soluble dans l'eau : le bleu méthylène, le violet hexaméthylé et le vert malachite.

4. Pour les autres sels, comme le chlorure de sodium, où la parfaite solubilité des deux produits de l'hydrolyse ne permet pas leur séparation, l'hydrolyse totale concorde avec des faits actuellement considérés comme anormaux et relatifs à la pression osmotique, les mesures cryoscopiques et ébullioscopiques. Ces anomalies deviennent ainsi une règle, que l'on peut énoncer ainsi :

Les corps qui résultent de l'action d'un acide sur un alcool ou sur une base, avec élimination d'une molécule d'eau, subissent en se dissolvant tôt ou tard la réaction inverse. Une partie du dissolvant intervient chimiquement, l'autre sert de diluant. Leur molécule se dédouble, et ce dédoublement, qui est un fait purement chimique, rend inutile pour les éthers et les sels l'hypothèse de l'ionisation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'existence d'une tyrosinase dans le son de froment.* Note de MM. GABRIEL BERTRAND et MUTTERMILCH, présentée par M. E. Roux.

Le pain bis étant préparé avec la farine qui renferme du son, tandis que le pain blanc s'obtient avec de la farine pure, on a pensé que l'aspect du

(1) *Sur la nature de la force motrice qui produit les phénomènes d'endosmose* (*Comptes rendus,* t. LXX, p. 617).

(2) *Leçons de Chimie,* 1864, p. 262 et suivantes.

(3) *Soc. chim. Paris,* t. XV, p. 1299.

(4) Avec l'alcool les réactions sont analogues.

premier était dû à la dissolution d'une matière colorante contenue dans la pellicule extérieure du grain de froment.

Mège-Mouriès a montré qu'il n'en était rien, que la coloration grise était provoquée, au cours de la panification, par l'action d'une substance comparable à un ferment [1].

Cette substance, qu'il a appelée *céréaline,* est contenue dans une couche de cellules spéciales, dite quelquefois *couche à aleurone,* située à la périphérie de l'amande. Pendant la mouture, la couche à aleurone se sépare de l'amande, mais reste adhérente aux débris de l'enveloppe. Elle fait donc partie intégrante du son.

D'après Mège-Mouriès, la céréaline saccharifie l'amidon et transforme le glucose produit en acide lactique, puis en acide butyrique. Elle donne au *lait de son* la propriété de s'aigrir et de se colorer sous l'influence de l'air. Enfin, elle altère profondément le gluten en donnant, parmi d'autres produits, de l'ammoniaque, une matière colorante brune et une substance azotée capable de transformer le sucre en acide lactique.

Les recherches de Mège-Mouriès, comme on peut s'en rendre compte par cette description, donnée en 1857, ont certainement été faites en présence de microbes variés. On ne peut donc en déduire si le brunissement du pain bis est dû à une substance particulière du groupe des ferments solubles ou bien à des microorganismes dont le son, riche en phosphates, favoriserait le développement.

A la suite de la découverte des oxydases, Boutroux a repris, en 1895, l'étude de la coloration du pain bis. D'après ce savant, le son renfermerait de la laccase et une substance de nature indéterminée sur laquelle réagit le ferment soluble [2].

En poursuivant les expériences de Mège-Mouriès et de Boutroux, nous avons trouvé quelques faits nouveaux. Ceux que nous décrirons aujourd'hui montrent que la diastase oxydante renfermée dans le son est, non pas vraiment de la laccase, mais une substance du type, découvert depuis par l'un de nous, de la tyrosinase [3].

Du son de froment est placé avec la plus petite quantité d'eau possible dans un flacon rempli et bouché. Après quelques heures de macération, on passe le mélange à la presse et l'on centrifuge le liquide pour éliminer les particules en suspension. La solution limpide décantée est alors additionnée de trois fois son volume d'alcool à 95 pour 100; on centrifuge de nouveau ; le précipité est lavé à l'alcool à 80 pour 100, puis délayé dans l'eau distillée. On laisse en contact quelques instants, puis on sépare à la centrifuge les matières protéiques coagulées et la solution diastasique. Celle-ci est

---

(1) *Comptes rendus,* t. XLII, 1856, p. 1122; t. XLIV, 1857, p. 40 et p. 449, et t. XLVIII, 1858, p. 126.

(2) *Comptes rendus,* t. CXX, 1895, p. 934.

(3) G. Bertrand, *Comptes rendus*, t. CXXII, 1896, p. 1215 et t. CXXIII, 1896, p. 463.

alors traitée par trois à quatre volumes d'alcool; le précipité qui se forme est rassemblé, lavé à l'alcool fort, enfin desséché dans le vide sur l'acide sulfurique.

Ce précipité, soluble dans l'eau, ne contient pas de laccase. En effet, si on l'introduit dans une solution aqueuse de gayacol, il ne produit pas de *tétragayacoquinone* : on ne voit apparaître ni précipité, ni coloration rouge, même après plusieurs jours (¹).

Ce précipité renferme, au contraire, de la tyrosinase. Pour le démontrer, sans courir le risque d'une intervention microbienne, on filtre la solution du précipité à travers une bougie Chamberland, puis on la répartit dans plusieurs tubes stérilisés.

Il est alors facile de constater :

1° Que la solution seule ne prend au contact de l'oxygène atmosphérique aucune coloration;

2° Qu'elle se colore successivement en rose, puis en rouge cerise et finalement en brun foncé, si l'on y a ajouté, aseptiquement, une solution de tyrosine; 1 à 2 heures suffit pour obtenir cette série de colorations;

3° Que le phénomène de coloration de la tyrosine n'a plus lieu si l'on opère dans un tube d'où la totalité de l'oxygène, gazeux et dissous, a été enlevé à l'aide d'une trompe à mercure;

4° Qu'il n'y a pas non plus de coloration de la tyrosine, même en présence de l'air, lorsque la solution diastasique a été maintenue 5 minutes dans un bain-marie à +100° (²).

La tyrosinase n'est pas la seule substance diastasique contenue dans le précipité extrait du son de froment. Elle est accompagnée de plusieurs autres, parmi lesquelles la leptomine de Raciborsky (³), appelée aussi *peroxydase* ou mieux *peroxydiastase*.

La peroxydiastase réduit l'eau oxygénée en présence de certains corps organiques : l'hydroquinone, le pyrogallol, le gayacol, la résine de gayac, etc. Dans cette réaction, le corps organique s'empare de l'atome d'oxygène et donne le même dérivé quinonique qu'on obtiendrait si on l'oxydait par l'air, c'est-à-dire par l'oxygène moléculaire, en présence de la laccase (⁴).

(¹) L'émulsion de résine de gayac préparée avec une teinture récente devient tout au plus verdâtre. Avec l'hydroquinone, on obtient seulement une coloration rose faible.

(²) La tyrosinase du son de froment est aussi résistante à la chaleur que la laccase de l'arbre à laque. Elle se comporte donc, à cet égard, d'une manière bien différente de la tyrosinase contenue dans les champignons. Ce serait une thermostabiltyrosinase tandis que celle des champignons serait une thermolabiltyrosinase.

(³) *Ber. d. d. botan. Gesell.*, t. XVI, 1898, p. 119.

(⁴) *Voir* une Analyse de G. Bertrand, dans *Bull. de l'Institut Pasteur*, t. II, 1904, p. 398.

C'est ainsi que la solution aqueuse, préparée avec le précipité diastasique du son, donne, quand on y ajoute un peu d'eau oxygénée, et cela malgré l'exclusion totale de l'oxygène, libre ou dissous, par la trompe à mercure :

Avec le gayacol : une production presque instantanée de tétragayacoquinone, reconnaissable à la coloration rouge du liquide, bientôt suivie de la précipitation d'une poudre microcristalline de couleur pourpre (1);

Avec l'hydroquinone : une cristallisation rapide de quinhydrone;

Avec la teinture de résine de gayac : une coloration bleue intense.

MINÉRALOGIE. — *Sur les roches basiques de la chaîne de Tschissapa (Oural du Nord).* Note de MM. L. **Duparc** et F. **Pearce**, présentée par M. A. Lacroix.

Au cours des expéditions que nous avons faites de 1904 à 1906 dans le bassin de la haute Wichéra, nous avons non seulement étudié la géologie de toute la région qui vient à l'ouest de la ligne de partage des eaux asiatiques et européennes, mais encore poussé nos recherches à une trentaine de kilomètres environ à l'est de cette ligne, en suivant jusqu'à la hauteur des sources de la Lozwa la grande traînée de roches éruptives basiques qui débute à quelques kilomètres au nord du Daneskin-Kamen, et présente une remarquable continuité.

Cette traînée passe dans le voisinage des sources des rivières Iwdiel, Wijaï et Toschenka. La présente Note a pour but de faire connaître quelques roches basiques intéressantes de la chaîne de Tschissapa (ou Tschistop) qui appartient à la zone en question, et qui se trouve un peu au sud de la rivière Uschma (appellée Tocien sur la Carte russe 1 : 420000). Cette chaîne forme une longue crête dirigée à peu près Nord-Sud qui, près de son extrémité Nord, est coupée transversalement par une vallée occupée par la rivière Uschma qui prend ses sources non loin de là, et qui s'abaisse dans la direction du Sud par une série de terrasses étagées. Elle se prolonge dans cette direction par une arête garnie de pitons rocheux.

Quelques petits ouwals peu élevés, intercalés entre Tschissapa et le haut massif de la Wichéra, forment la ligne de partage proprement dite. La Toschenka prend sa source sur cette ligne; elle coule tout d'abord sur le

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVII, 1903, p. 1269.

flanc ouest de Tschissapa puis en contourne l'extrémité sud avant de se réunir à la rivière Wijaï. La montagne de Tschissapa tout entière est pelée et couverte de grands pierriers; çà et là cependant on trouve quelques pointements de roches en place. La variété dominante est une tilaïte très compacte, à grain fin, de couleur foncée, qui présente localement des traînées de couleur plus claire, dans lesquelles l'élément feldspathique paraît être plus abondant. Au microscope, la tilaïte se montre formée des éléments suivants : diopside, hypersthène, olivine, hornblende, magnétite, spinelle et plagioclases. Le diopside est le minéral prédominant, ses grains idiomorphes sont incolores; $n_g - n_p = 0,27$, $n_g - n_m = 0,021$; le signe optique est positif; l'extinction sur $g^1(010)$ comporte 36°. L'hypersthène est rare et se trouve en petits grains; $n_g - n_p = 0,012$, $n_m - n_p = 0,0067$ (au compensateur). Le polychroïsme est appréciable; $n_g =$ incolore; $n_p =$ rose chair; signe optique négatif.

L'olivine se trouve également en grains arrondis et incolores de plus petite dimension que ceux du pyroxène. La hornblende est brun pâle et faiblement polychroïque, la magnétite est relativement rare; quant au spinelle vert, il est très abondant et forme des grains isolés ou principalement de superbes associations micropegmatoïdes avec le pyroxène ou la hornblende. Ces plages de micropegmatite sont nombreuses, on en trouve quelques-unes où la magnétite remplace le spinelle. Les feldspaths sont maclés selon la loi de la péricline, plus rarement selon celle de l'albite; leurs grains sont idiomorphes et localisés dans les cryptes isolées entre les plages associées des éléments ferromagnésiens. La composition chimique de la roche est la suivante :

$SiO^2 = 43,67$ $TiO^2 = 0,34$ $Al^2O^3 = 15,68$ $Fe^2O^3 = 2,89$
$FeO = 6,97$ $MnO =$ traces $CaO = 14,93$ $MgO = 14,94$
$K^2O = 0,36$ $Na^2O = 1,12$ Perte au feu $= 0,53$

Les traînées plus claires sont exclusivement formées d'anorthite mêlée à des cristaux de zoïsite et d'épidote, puis à un peu de hornblende vert pâle.

La *tilaïte* est accompagnée d'une seconde roche fréquente à laquelle elle passe latéralement volontiers. Celle-ci est une *troctolite* typique essentiellement mélanocrate. A l'œil nu la roche est noirâtre et d'aspect presque schisteux; le feldspath y paraît localisé dans des petits glandules ou traînées allongées. Au microscope, elle est remarquablement fraîche, et formée essentiellement par de l'olivine et de l'anorthite. L'olivine est l'élé-

ment prédominant; les cristaux sont idiomorphes, arrondis et craquelés, leurs fissures sont remplies de serpentine et leur intérieur surchargé de produits ferrugineux. Le signe optique est positif, les biréfringences sont :

$$n_g - n_p = 0,57\ ;\ n_m - n_p = 0,015.$$

On rencontre également une hornblende vert très clair en cristaux parfois assez grands moulant nettement l'olivine et entourant les plages feldspathiques. La roche paraît contenir très peu d'hypersthène reconnaissable à son polychroïsme, puis du spinelle vert foncé, en grains et en associations micropegmatoïdes avec l'olivine. Les plagioclases en grains idiomorphes localisés dans les cryptes sont exclusivement de l'anorthite. La composition de cette roche est la suivante :

$SiO^2 = 38,76$ $TiO^2 = 0,11$ $Al^2O^3 = 11,93$ $Fe^2O^3 = 5,57$
$FeO = 7,01$ $MgO = 26,03$ $MnO = 0,53$ $CaO = 6,91$
$K^2O = 0,07$ $Na^2O = 0,53$ Perte au feu $= 3,86$

ZOOLOGIE. — *Sur la cavité pleurale chez l'Éléphant.* Note de M. **Guillaume Vasse**, présentée par M. Edmond Perrier.

Le 20 juillet 1906, dans la province du Gorongoza (territoire de la colonie orientale portugaise), j'ai abattu une grande femelle d'Éléphant.

Elle était adulte, puisqu'elle avait mis bas, et son petit était déjà assez grand, puisqu'au moment où j'ai tiré la mère je ne l'ai pas vu.

J'ai assisté au dépeçage de la bête, et j'ai surveillé ce travail avec une attention particulière, la présence de gouttes de lait aux pis des mamelles m'ayant fait penser que la bête était peut-être prête à mettre bas et que j'aurais la chance d'en recueillir le fœtus pour le Muséum.

Je suis donc bien placé pour affirmer que les poumons se sont détachés avec la plus grande facilité, aussi aisément que l'appareil respiratoire de n'importe quel ruminant, et qu'il n'existait aucun point d'adhérence.

Il est facile de s'assurer, en examinant le crâne de cette femelle qui se trouve actuellement au Laboratoire d'Anatomie, que ce crâne appartient bien, quoique dépourvu de défenses, à un animal parfaitement adulte.

PHYSIOLOGIE APPLIQUÉE. — *Appareil très sûr permettant le séjour et le travail longuement prolongés dans les atmosphères irrespirables.* Note (¹) de **M. J. Tissot**, présentée par M. Chauveau.

Dans une Note précédente j'ai étudié les conditions que doivent réaliser les appareils respiratoires pour permettre sans danger le séjour et le travail prolongés de l'homme dans les atmosphères irrespirables. J'ai indiqué, d'autre part, les résultats fournis par la réalisation complète de ces conditions. Ces résultats ont été obtenus à l'aide d'un appareil satisfaisant aux conditions que j'ai énumérées.

Voici la description de cet appareil (*fig.* 1). Il comprend :

1° *Un appareil nasal à soupapes* (*fig.* 2, 3, 4) s'ajustant aux narines du sujet au moyen de deux embouts K, fixés sur les tubes V, et se fixant solidement à une calotte

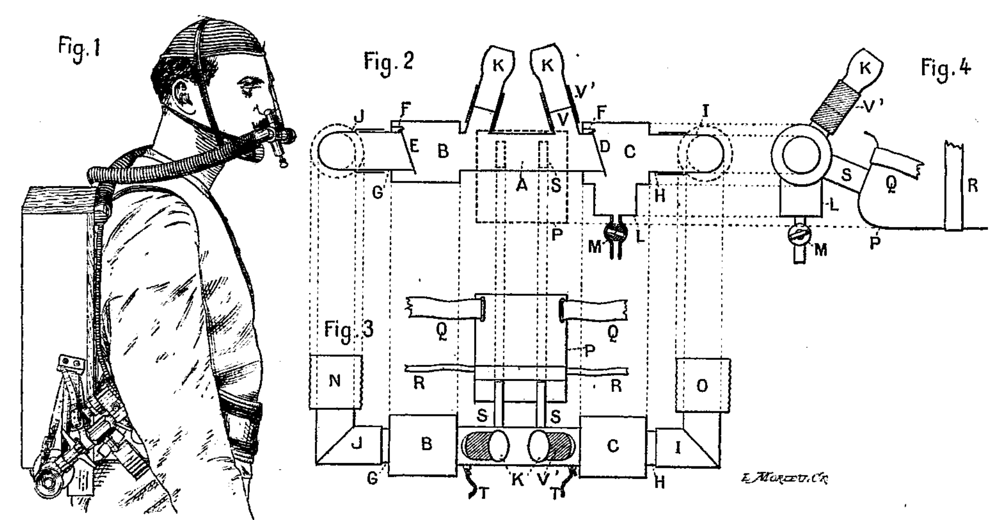


Fig. 2, 3 et 4. — Coupes et vue en plan de l'appareil nasal.

au moyen de courroies. La séparation des courants inspiratoire et expiratoire est effectuée par les deux soupapes BE et CD (*fig.* 2). Celle-ci est munie d'un purgeur LM, permettant l'évacuation de l'eau de condensation qui s'y accumule.

Les deux soupapes sont construites de telle sorte qu'il est impossible qu'elles *collent*, même quand elles sont mouillées. Les gaz inspirés sont amenés, par un tube de caoutchouc, d'un sac réservoir A (*fig.* 6) où ils sont emmagasinés ; les gaz expirés

(¹) Présentée dans la séance du 3 juin 1907.

sont expulsés par un tube de caoutchouc fixé aux tubes IO (*fig.* 3) et H″ (*fig.* 6) dans un régénérateur où ils se débarrassent de leur acide carbonique sur une solution de potasse concentrée, puis enfin dans le sac réservoir A (*fig.* 6) par le tube TT′.

2° *Un régénérateur* fixé sur une boîte B servant également à la protection du sac, réservoir à gaz. C'est un réservoir métallique que les cloisons D, E, F (*fig.* 6) divisent en quatre compartiments destinés à recevoir la solution de potasse et communiquant entre eux par l'orifice J et les tubes L et O; la hauteur de ces tubes ainsi que leurs

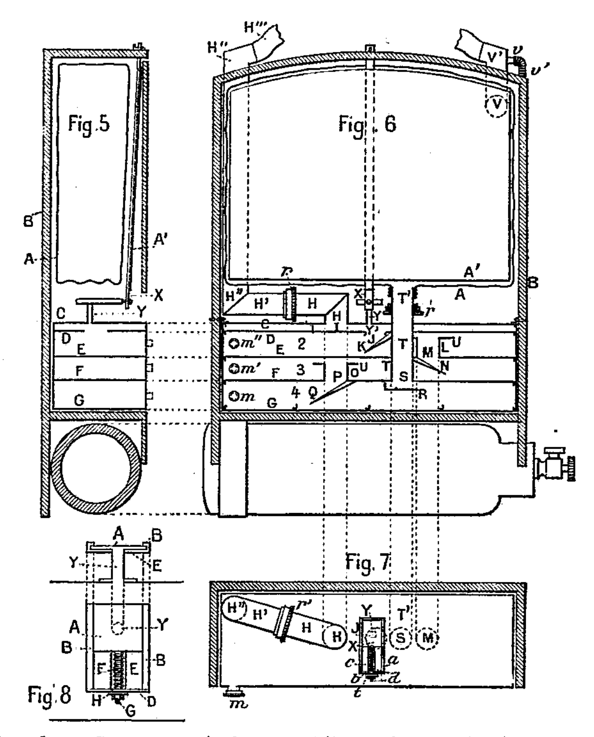


Fig. 5 et 6. — Coupes verticales et médianes du sac, demi-schématiques.
Fig. 7. — Vue de haut du régénérateur.
Fig. 8. — Coupe et vue en plan de la soupape d'échappement.

collerettes UU s'opposent aux projections de la solution de potasse d'un compartiment dans un autre; la capacité plus considérable du compartiment n° 4 rend les projections éventuelles sans inconvénient; la cloison D rend impossible toute projection de potasse dans le tube H relié aux narines; la position de l'orifice J et des tubes H, L, O, T est calculée de telle sorte (*fig.* 6 et 7) que le sujet puisse se coucher et ramper en position quelconque sans que la potasse puisse passer d'un compartiment dans un autre; la lame R est destinée à empêcher les projections de potasse dans le tube T et dans le sac A; un dispositif spécial de cloisonnement du fond de chacun des compartiments 2, 3 et 4 évite la diminution de la surface absorbante quand le sujet est penché.

3° *Une soupape automatique de sûreté ou d'échappement,* à glissière (*fig.* 8). La lame métallique A en glissant sur la lame E, munie des glissières latérales B, couvre

ou découvre l'orifice du tube Y, fixé sur le régénérateur. La soupape est actionnée par la paroi du réservoir à gaz, qui, lorsque la pression des gaz atteint dans ce dernier 2^{mm} à 5^{mm} d'eau, vient appuyer contre la planchette A′ (*fig.* 5) pour la repousser en arrière, ainsi que la tige X, puis attire la lame A (*fig.* 8) qui découvre l'orifice du tube Y (*fig.* 8) et laisse échapper une partie des gaz de l'appareil; quand la pression a suffisamment diminué, la lame A (*fig.* 5) revient à la position de fermeture, et la planchette à sa position première, par l'action du ressort F (*fig.* 8). La très large surface de la paroi du sac (800^{cm^2}) permet d'obtenir une force considérable pour actionner la soupape, ce qui lui assure un fonctionnement très sûr, et à une très faible pression, insensible pour le sujet.

4° Un *récipient d'oxygène comprimé* muni d'un détenteur permettant un écoulement constant d'oxygène réglable à volonté par le sujet à 1^l, $1^l,5$, 2^l ou $2^l,5$ par minute; l'oxygène qui s'écoule de ce récipient est conduit dans le tube inspirateur V′ relié à l'appareil nasal par un tube de caoutchouc v' fixé sur la tetine v (*fig.* 6). Si le régénérateur a reçu, également répartis dans les trois compartiments, 1600^{cm^3} d'une solution saturée contenant 1750^g de potasse, et s'il porte une bouteille contenant 300^l d'oxygène, il peut séjourner *pendant* 5 *heures* dans une atmosphère irrespirable, en marchant à une allure modérée, ou *pendant* 2 *heures* 30 *minutes en effectuant, sans arrêt, un travail continu et très fatigant pouvant atteindre* 60000^{kgm} *à* 80000^{kgm}.

En outre, le sujet peut effectuer un travail d'un genre quelconque, porter des matériaux ou un homme dans ses bras, piocher, lancer de la terre à la pelle; il peut travailler de ses mains même en étant couché sur le ventre et sur le côté. Les mouvements violents effectués pendant ces différents travaux ne diminuent en aucune façon la sécurité que présente l'appareil pour le sauveteur.

L'appareil peut, à volonté, fonctionner sans que le porteur ait à intervenir dans le réglage du débit d'oxygène.

PHYSIOLOGIE. — *Sur la digestion de la chlorophylle et l'excrétion stomacale chez les Rotifères.* Note de M. **P. de Beauchamp**, transmise par M. Yves Delage.

Dans une Note précédente (¹) j'ai exposé ce qu'on observe en alimentant une Hydatine avec des Infusoires incolores; je voudrais aujourd'hui insister sur les phénomènes plus compliqués qui se passent dans la paroi stomacale d'un animal nourri de Flagellés chlorophylliens, d'Euglènes en particulier.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 4 mars 1907.

Pour qu'ils ne soient pas masqués par l'accumulation des globes de réserve, il faut faire jeûner l'animal après l'avoir alimenté modérément.

La paroi stomacale prend une teinte verte diffuse; puis la coloration se concentre peu à peu dans la partie interne des cellules et s'y localise dans certains grains en même temps qu'elle passe du vert au brun [ce changement de teinte de la chlorophylle au cours de la digestion est dû à l'action d'un acide, comme l'a montré Enriques [1] chez l'Aplysie]. On voit alors la lumière bordée d'une couche parfois très régulière de grains bruns, de forme toujours anguleuse et de taille assez uniforme. Ils résistent bien aux acides, sont gonflés et dissous lentement par la potasse concentrée. Ces grains confluent d'habitude dans chaque cellule en quelques amas mûriformes renfermés dans une sorte de vacuole et sont alors évacués tels quels dans la lumière pour arriver de là dans l'intestin et au dehors. Après une ou plusieurs éliminations de cette sorte, l'estomac est redevenu parfaitement incolore.

Cette excrétion ou, plus exactement, puisqu'en réalité elle n'avait pas pénétré dans l'organisme, cette séparation de la chlorophylle et son rejet sous forme figurée sont un phénomène très curieux et très caractéristique; il est absolument constant chez tous les Rotifères, et c'est la grande majorité, qui se nourrissent d'organismes colorés par la chlorophylle ou les pigments voisins; la paroi stomacale y renferme toujours des grains bruns, isolés ou en amas plus ou moins individualisés, qui se retrouvent tels quels dans la lumière et dans les fèces. Il est à présent naturel de se demander s'il existe un phénomène analogue chez l'animal nourri d'organismes incolores, si par conséquent d'autres substances que la chlorophylle sont rejetées de même. A cette question on peut répondre par l'affirmative.

Si l'on examine attentivement les animaux qui jeûnent après une abondante alimentation de cette nature et sont colorés par le neutralroth, on s'aperçoit que les grains de teinte carminée que renferme la paroi stomacale ne sont pas uniquement des globes de réserve en voie de résorption comme nous l'avons décrit, car certains d'entre eux tombent sans s'agglomérer dans la lumière, où ils se décolorent presque aussitôt, comme il arrive pour toutes les inclusions cellulaires colorées vitalement. Ils sont alors arrondis, peu réfringents, de taille à peu près égale et d'une teinte légèrement jaunâtre. Dans la cellule même, on peut déceler leur présence en traitant l'animal par la potasse étendue, à laquelle ils résistent, tandis que les globes de réserve sont instantanément dissous. Enfin, sur les coupes colorées par l'hématoxyline ferrique suivie d'éosine et de lichtgrün, ils sont toujours teints en vert par ce dernier, soit dans les cellules, soit dans la lumière; les globes de réserve, au contraire, sont d'un noir

(1) Enriques, *Il fegato dei Molluschi e le sue funzioni* (*Mitt. zool. St. Neapel*, Band XV).

intense et, pendant la résorption, qui diminue leur basophilie, gris ou roses. Sur l'animal à l'éclosion, qui n'a rien mangé et ne renferme pas de réserves albuminoïdes, l'estomac est doublé d'une mince couche de grains présentant les mêmes réactions et pouvant aussi être rejetés dans la lumière. On peut se demander s'il ne s'agirait pas d'une sécrétion digestive, d'un ferment; mais le fait qu'ils restent intacts dans la lumière et résistent longtemps à la potasse, semble devoir faire rejeter cette hypothèse [1]. J'ai pu enfin faire absorber à l'Hydatine du tournesol qui colore les susdits grains stomacaux en rose, confirmant ainsi la réaction acide que nous avait fait soupçonner la transformation de la chlorophylle; aussitôt tombés dans la lumière, ils redeviennent bleus : la digestion extracellulaire s'opère en milieu faiblement alcalin.

L'excrétion par le tube digestif chez les Rotifères est soupçonnée depuis longtemps : l'intestin des jeunes à la naissance renferme chez beaucoup d'espèces des concrétions très réfringentes, souvent bactéroïdes ou cristalloïdes, qui sont rejetées à la première défécation et que Leydig déjà qualifiait d'*urinaires*. Leur nature chimique, vu leur aspect et leurs réactions, semble d'ailleurs être assez différente de celle des précédentes et se rapprocher plutôt de celle des cristalloïdes du sac rétro-cérébral. Il est malheureusement difficile pour les uns et pour les autres de la préciser davantage. Chez une seule espèce, *Stephanoceros fimbriatus* (Goldfuss), j'ai constaté qu'ils se forment encore chez l'adulte où il en existe deux formes différentes, l'une (petits grains bactéroïdes) semblant formée comme chez l'Hydatine dans les cellules stomacales, l'autre cristallisant sur place en longues aiguilles dans la lumière de l'intestin.

Nous voyons donc que l'estomac des Rotifères, composé d'une seule couche de cellules d'une seule espèce, est capable d'opérer un véritable tri dans les substances qu'il absorbe, rejetant immédiatement les unes sous forme de grains très acidophiles, mettant les autres en réserve sous forme de globules plus ou moins basophiles ainsi que de graisse. Les colorants vitaux usuels, qui caractérisent plutôt certains de leurs états, ne permettent pas de distinguer les premiers des seconds; leurs véritables colorants spécifiques et naturels sont la chlorophylle et les autres pigments qu'ils ont mission d'éliminer.

PHYSIOLOGIE. — *Action hypertensive de la couche corticale des capsules surrénales.* Note de MM. **O. Josué** et **Louis Bloch**, présentée par M. Bouchard.

L'un de nous a déterminé des lésions athéromateuses des artères à l'aide de l'adrénaline, produit de sécrétion interne des capsules surrénales. Il a

---

(1) Il ne faut pas oublier que chez tous les Rotifères est annexée à l'estomac une paire de glandes gastriques renfermant un manchon de gros grains réfringents, qui ne quittent la cellule qu'à l'état dissous et présentent toutes les réactions cytologiques des grains de ferment.

constaté de plus, chez l'homme, l'hyperplasie de ces organes à l'autopsie d'athéromateux. On semblait donc en droit de conclure que l'artériosclérose reconnaît pour cause, au moins dans certains cas, la suractivité sécrétoire de ces glandes.

Mais une sérieuse objection a été soulevée. A l'exception de quelques cas récents (Wiesel, Vaquez et Aubertin), où l'augmentation de volume de la médullaire a été constatée, toutes les observations d'hyperplasie surrénale, tant chez des athéromateux que chez des sujets atteints de néphrite avec hypertension, n'ont trait qu'à l'hypertrophie de la *couche corticale*.

Or, si l'on fait exception pour Abelous, Soulié et Toujan, qui font jouer un rôle à la corticale dans la sécrétion de l'adrénaline, les auteurs s'accordent à admettre que cette sécrétion est l'œuvre de la *seule couche médullaire*. Dans ces conditions, il est difficile de comprendre les rapports qui peuvent exister entre les modifications hyperplasiques corticales et l'athérome, et, d'une manière générale, les processus d'hypertension.

Nous avons cherché à élucider la question en étudiant l'action physiologique des extraits de substance corticale sur la pression sanguine.

Nous avons utilisé les capsules surrénales du cheval. Après avoir séparé avec soin la substance corticale de la substance médullaire, on divise finement chacune d'elles et on laisse macérer la pulpe ainsi obtenue une vingtaine d'heures dans deux fois son poids d'eau distillée, puis on exprime dans un nouet de toile. L'extrait est ensuite centrifugé et le liquide est injecté dans les veines d'un lapin en même temps que l'on inscrit la pression carotidienne à l'aide du manomètre de François Franck.

Voici les résultats de quelques expériences :

Nature de l'extrait.	Quantité injectée.	Pressions carotidiennes initiale et maxima.	Hauteur de l'ascension.	Durée de l'ascension.
	cm³	mm mm	mm	
Subst. corticale.....	2	110 à 168	58	5 secondes
»	0,50	124 à 188	64	9 »
»	0,25	120 à 186	66	4 »
»	0,25	106 à 170	64	5 »
»	0,25	94 à 150	56	5 »
»	3 gouttes	94 à 146	52	30 sec. (13^{mm} en 3 sec.)
Snbst. médullaire...	3 gouttes	130 à 202	72	5 secondes
» ...	»	120 à 174	54	4 $\frac{1}{2}$ »

Les extraits de substance corticale possèdent donc les mêmes propriétés hypertensives que les extraits de médullaire. Ils ralentissent également le cœur et renforcent les systoles.

Il reste à prouver que ces résultats ne sont pas dus à la présence de parcelles de médullaire restées adhérentes à la corticale.

Il va sans dire que la séparation des deux substances a été faite avec tout le soin nécessaire. Elle est d'ailleurs beaucoup plus facile qu'on ne pourrait le croire, grâce à l'existence entre la médullaire et la corticale d'un plan de clivage des plus nets.

Au reste les expériences suivantes permettent d'écarter toute cause d'erreur.

Nous avons fait des extraits avec les adénomes que l'on rencontre très fréquemment sur les surrénales de cheval. Ces adénomes, uniquement constitués de substance corticale, très superficiels, faciles à énucléer, ne présentent aucun rapport avec la médullaire. Ils donnent des extraits fortement hypertenseurs.

L'expérience suivante n'est pas moins probante : on sépare la corticale de la médullaire; s'il y a des adénomes, on commence par les détacher, puis, à l'aide d'une curette tranchante, on abrase la partie profonde de la corticale. On fait des extraits avec les adénomes, avec la partie superficielle et la partie profonde de la corticale, avec la médullaire. Les quatre extraits élèvent la pression :

	Nature de l'extrait.	Quantité injectée.	Pressions carotidiennes initiale et maxima.	Hauteur de l'ascension.	Durée de l'ascension.
	Adénomes........	X gouttes	134-158	24	3 secondes
	Même extrait.....	XVIII gouttes	120-156	36	4 »
Extraits préparés avec un même lot de surrénales.	Adénomes........	cm³ 1,250	105-133	28	7 »
	Partie superficielle de la corticale..	1,250	96-176	80	17 » (en 7 secondes jusqu'à 160)
	Partie profonde de la corticale.....	1,250	124-212	88	10 secondes (en 5 secondes jusqu'à 196)
	Médullaire.......	1,250	114-182	68	6 secondes
Extraits préparés avec un même lot de surrénales (nombreux adénomes).	Adénomes........	1	106-170	64	12 »
	Partie superficielle de la corticale..	1	94-150	56	9 »
	Partie profonde de la corticale.....	1	100-174	74	18 » (en 4 secondes jusqu'à 150)
	Médullaire.......	1	120-200	80	11 secondes (en 4 secondes jusqu'à 170)

Nous n'avons pas pu, jusqu'à présent, déceler de différences essentielles et constantes entre l'action hypertensive de ces différents extraits, tant au point de vue de l'intensité que de la durée de l'effet physiologique.

Nous avons recherché soigneusement dans tous les extraits la présence de l'adrénaline par les réactions chimiques de cette substance (réaction de Vulpian, réaction chromaffine, réactions de l'acide osmique et de l'eau iodée). Les réactions ont toujours été, comme on devait s'y attendre, d'une extrême intensité avec les extraits de médullaire. Peut-être y a-t-il eu une ébauche de réaction avec les extraits de la partie profonde de la corticale. Quant aux extraits de corticale superficielle et d'adénomes, ils nous ont constamment donné des réactions absolument négatives. Et cependant leur action physiologique est, à peu de chose près, aussi marquée que celle de la médullaire.

On est donc en droit de conclure qu'il existe dans la couche corticale des capsules surrénales des substances fortement hypertensives qui, chimiquement, sont différentes de l'adrénaline. Il y a lieu de se demander si ces substances ne sont pas destinées à former ultérieurement l'adrénaline qui se trouve en si grande quantité dans la couche médullaire.

Des recherches en cours nous apprendront d'ailleurs si l'on peut déterminer des lésions athéromateuses des artères à l'aide des extraits préparés avec la couche corticale des capsules surrénales.

ART VÉTÉRINAIRE. — *La radioscopie et la radiographie appliquées à l'inspection des viandes tuberculeuses.* Note de M. H. MARTEL, présentée par M. E. ROUX.

Les lésions tuberculeuses du bœuf et du porc sont facilement envahies par les dépôts de sels de chaux. Nous avons pensé que cette propriété pourrait être mise à profit pour utiliser les rayons de Röntgen et rechercher l'existence de lésions discrètes, situées au sein des tissus et surtout dans la masse des ganglions superficiels ou profonds, toujours plus ou moins masqués par la graisse. Les résultats obtenus dans cette voie sont assez précis.

Lorsque les pièces anatomiques peuvent être facilement étalées (chaîne ganglionnaire du mésentère chez le porc, etc.), l'épreuve radioscopique permet de voir avec beaucoup de netteté les lésions tuberculeuses. Le tissu ganglionnaire indemne, à peu près transparent pour les rayons de

Röntgen, donne une ombre peu marquée; les ganglions atteints sont projetés sous la forme d'une tache granuleuse dans son ensemble et plus ou moins étendue suivant le degré d'invasion de l'organe. Les lésions les plus discrètes sont ainsi décelées, à la condition que leur contenu ait l'aspect granuleux qui traduit un certain degré d'infiltration calcaire.

L'épreuve radiographique est plus précise encore. Elle donne certains détails de structure des ganglions; les ombres portées sont assez foncées lorsque les régions examinées sont riches en graisse; toutefois, ces parties fortement ombrées se différencient toujours avec facilité des taches sombres dues aux lésions tuberculeuses. Celles-ci ont toujours l'aspect granuleux qui semble tenir à l'infiltration calcaire qu'elles ont subie.

Les lésions tuberculeuses des bovidés donnent des résultats aussi nets. L'existence de quelques tubercules dans un ganglion bronchique non hypertrophié, noyé au sein d'une masse de tissu adipeux, est facilement décelée au radioscope et par l'épreuve radiographique. Les lésions pulmonaires apparaissent avec beaucoup de détails. Les amas tuberculeux se montrent groupés autour des bronchioles et forment avec le tissu cartilagineux également projeté une sorte de grappe.

Les organes qui donnent un résultat négatif à l'examen radioscopique ou à l'épreuve radiographique peuvent cependant être tuberculeux. La méthode que nous préconisons ne permet pas de déceler toutes les lésions de tuberculose; toutefois, elle a l'immense avantage d'éviter les coupes d'organes et de permettre un examen très rapide.

Les résultats donnés par la radiographie sont sous la dépendance directe de la technique suivie. Le temps de pose joue un certain rôle. Pour établir sa durée, il convient de tenir compte de la nature et de l'épaisseur des tissus à traverser. Il nous est difficile de donner sur ce point des règles générales. Nous savons toutefois que les épreuves sont d'une lecture d'autant moins facile que les plans anatomiques projetés sont plus nombreux.

La méthode qui consiste à pratiquer des coupes en séries afin de rechercher les lésions tuberculeuses oblige à des délabrements qui déprécient beaucoup les pièces examinées. En outre elle demande beaucoup de temps. L'épreuve radioscopique, au contraire, permet de trouver rapidement des lésions discrètes. Les amas de graisse ne constituent pas une gêne. La radioscopie est pratiquement réalisable lorsque l'inspection des viandes doit porter sur un nombre d'animaux relativement faible. Elle met sur la piste de tuberculoses que rien ne permettrait de soupçonner, en l'absence d'un diagnostic préalable porté sur l'animal vivant à l'aide de la tuberculine.

La méthode radioscopique nous paraît facilement applicable aux services

d'inspection (¹) dans les villes de moyenne importance. Il n'est pas d'ailleurs impossible de réaliser des dispositifs qui permettent son application aux grands abattoirs. La fréquence croissante de la tuberculose du porc nous commande de diriger nos investigations dans ce sens.

GÉOLOGIE. — *Sur le géosynclinal miocène du Tell méridional (départements d'Alger et de Constantine).* Note de M. J. **Savornin**, transmise par M. Michel Lévy.

J'ai déjà eu l'occasion de signaler l'existence d'un géosynclinal du Miocène inférieur au nord des monts du Hodna (²); je me propose de démontrer ici sa continuité dans toute la lisière méridionale du Tell. Ses sédiments sont principalement des grès, qui furent classés dans divers étages, selon les auteurs. Nicaise (*Catal. des Anim. foss. de la prov. d'Alger*, 1870) et Ville (*Explor. du Beni Mzab*, 1872) ont cité quelques fossiles miocènes dans la région comprise entre Boghari et Sidi Aïssa. Conformément à ces données, la première Carte géologique provisoire de l'Algérie (1881) porte la teinte de l'Helvétien dans tout le Titteri. En 1883, M. Peron (*Essai de desc. géol. de l'Algérie*) a signalé des fossiles apparemment miocènes près l'Aïn ben Ameur (Nord du Kef Afoul). Vers 1885, Pierredon, collaborateur à la Carte géologique, a rapporté de quelques points, entre Boghari et Sidi Aïssa, des fossiles examinés par Pomel. Cet auteur y reconnut un mauvais exemplaire d'une espèce d'Échinide créée par lui-même dans l'Éocène inférieur oranais (*Echinolampas clypeolus*) et un *Pecten à côtes strigilées* (sans autre indication). C'est, je crois, sur cette donnée que l'âge de tous les grès de Boghari fut attribué au Suessonien (2e édition de la *Carte géologique* au $\frac{1}{800000}$ et texte explicatif correspondant) (³).

En 1895, MM. Ficheur et Blayac visitèrent cette même région pour y

(¹) La radioscopie et la radiographie peuvent recevoir de nombreuses applications en matière d'inspection des viandes. Elles rendent facile la différenciation des viandes par les caractères ostéologiques. Les lésions chroniques au cours de diverses affections laissent des traces sur l'épreuve radiographique. La morve chronique, la cysticercose et beaucoup de maladies parasitaires méritent d'être étudiées par ce procédé.

(²) *Cf. : Bulletin de la Société géologique de France*, 4e série, t. IV, p. 137; *Comptes rendus*, 16 janvier et 10 juillet 1905.

(³) A. Pomel, *Desc. stratigr. générale de l'Algérie.*

étudier le Suessonien à phosphates (¹). Ils n'eurent pas à s'occuper des grès qu'ils laissèrent, conformément aux idées de Pomel, dans la partie supérieure du Suessonien. La troisième édition (1900) de la Carte géologique a donc conservé cette teinte aux grès de Boghari. Plus récemment enfin, M. Pervinquière (²) attribua les grès en question à l'Eocène supérieur.

Il y avait donc là des données fort contradictoires.

J'ai constaté, dès mon premier voyage à Sidi Aïssa (février 1904), que la limite était impossible à fixer entre les marnes et grès reconnus par moi comme miocènes, plus à l'Est, et ceux attribués à l'Eocène, par mes devanciers, à l'Ouest. Je trouvai d'ailleurs à Sidi Aïssa un gisement de Pectens, Turritelles et Balanes, où il me semblait difficile de ne pas reconnaître du Miocène inférieur. Ce n'est pourtant qu'en 1906, ayant eu l'occasion de faire un voyage à Lyon, que je me décidai à montrer ces fossiles à M. Depéret. Le savant spécialiste y reconnut immédiatement *Pecten convexior* Alm. et Bofill. Quant au Pecten à côtes strigilées recueilli par Pierredon à l'Aïn Grimidi (j'en ai d'autres exemplaires moins bien conservés, d'un gisement voisin), M. Depéret n'hésita pas à le reconnaître pour *P. Davidi* Font. Après des recherches attentives, je me suis convaincu que ces deux espèces ne peuvent en effet qu'être fort voisines des *P. Beudanti* et *Davidi* : c'est-à-dire deux formes caractéristiques du Burdigalien. L'*Ostrea Granensis* Font. les accompagne.

La question si controversée était donc mûre dans mon esprit, lorsque j'ai réussi à la mettre définitivement au point en faisant une course en plein Titteri (mai 1907).

En visitant la région comprise entre Sidi Aïssa et Chellala des Adaoura, j'ai trouvé, à Bir Menten, le *Pecten* cf. *Beudanti* Bast.; à Sidi Saïd de nombreux *P. subbenedictus* Font., avec *P. Burdigalensis* Lmk, *P. rotundatus* Lmk, etc. A l'Aïn ben Ameur (cité par M. Peron) j'ai reconnu, parmi divers fragments plus ou moins frustes, un exemplaire de *P. Davidi* Font. La plupart de ces formes se rencontrent soit au nord de Msila, soit dans l'Ouennougha et jusqu'aux environs de Bordj bou Arreridj. Elles me sont devenues familières et je ne puis conserver aucun doute sur leur identité. Au surplus, le facies lithologique serait à lui seul un caractère suffisant pour reconnaître le Cartennien.

J'ajouterai qu'à l'Est de Sidi Aïssa, à l'Aïn Khian, je n'ai pas retrouvé les formes ci-

(¹) *Étude géologique sur les terrains à phosphate de chaux de la région de Boghari et de Sidi Aïssa* (*Alger*) (*Annales des Mines*, septembre 1895).

(²) *Comptes rendus*, 1902, p. 564 et *Bulletin de la Société géologique de France*, 1902, p. 40.

tées par Nicaise; mais j'ai recueilli de nombreux *Pecten* cf. *Beudanti* et de très nombreux *P. subbenedictus*, parmi d'autres espèces encore. Les mêmes formes, très caractéristiques, se rencontrent même plus près du Mahzem Kebir et du Djebel Amris. Enfin au Mahzem Sr'ir, j'ai depuis longtemps reconnu le Miocène inférieur, très fossilifère et en continuité avec celui de l'Ouennougha.

D'autre part, M. Joly, collaborateur du Service géologique, a bien voulu me laisser examiner des fossiles rapportés par lui de divers points à l'Ouest de Sidi Aïssa : Saneg (cité par Nicaise), Ouled Moktar, Aïn Sbâ, Dj. Gourine, etc. et je n'ai pas eu de peine à les reconnaître comme des formes miocènes fréquentes à l'Est. M. Ficheur lui-même, grâce à sa longue expérience des facies algériens, avait parfaitement soupçonné l'âge miocène des grès du Kef Tougguer (Nord du Dj. Afoul), qui ne lui avaient cependant donné que quelques Turritelles. Mon savant maître m'a fait part de cette observation et a bien voulu m'indiquer, avant mon départ, le gisement à fouiller. Je n'ai malheusement pu le retrouver dans cette course rapide. Mais l'autorité de M. Ficheur m'est un précieux appui en faveur de ma démonstration.

S'il fallait quelques preuves encore, j'ajouterais que j'ai constaté l'absolue continuité *stratigraphique* du Miocène, depuis le sud de Sétif jusqu'à Chellala des Adaoura. Des particularités *tectoniques* observées à l'Est (Sud d'Aïn Tagrout, Sud de Bordj bou Arreridj, El Achir, Ouest de Mansourah), se reproduisent aussi dans le Titteri.

En un mot, les *Grès de Boghari* sont en majeure partie du *Cartennien*, et cet étage est incontestablement représenté, au sud du Tell, par une *bande plissée* ininterrompue depuis le méridien de Sétif jusqu'à celui de Boghar ([1]). Il est d'ailleurs à prévoir logiquement que la même bande atteint vers l'ouest de la région du Tiaret, par où elle se relie au néogène oranais. Ce géosynclinal miocène est, à mes yeux, la vraie limite des deux Atlas.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Dinosauriens du Jurassique de Madagascar.* Note de M. ARMAND THÉVENIN, présentée par M. Albert Gaudry.

Les collections de Paléontologie du Muséum, si riches en fossiles de Madagascar, renferment beaucoup d'ossements de grands Dinosauriens, recueillis depuis 1896 dans la région Nord-Ouest de l'île par MM. Bastard, Colcanap, Decorse, Frager, Moriceau, Perrier de la Bathie. Les gisements de ces gigantesques Reptiles sont espacés sur plus de 300^{km} de longueur presque parallèlement à la côte.

([1]) Indépendamment du bassin du Hodna, où le Miocène a de tout temps été reconnu.

La plupart des ossements ont été trouvés dans le Jurassique, d'autres proviennent du Crétacé. Tous ceux du Jurassique paraissent appartenir à une même espèce nommée *Bothriospondylus Madagascariensis* par M. Lydekker en 1895, d'après des vertèbres.

A la suite d'un envoi très important du capitaine Colcanap, de l'infanterie coloniale, M. Boule, qui avait lui-même étudié les premiers ossements reçus en France, a bien voulu me charger de continuer cette étude. Sur ses indications, j'ai fait restaurer un membre antérieur et un membre postérieur du *Bothriospondylus* de Madagascar, qui, placés dans la galerie de Paléontologie, mettent bien en évidence les différences ostéologiques des Dinosauriens Sauropodes et Ornithopodes. Ces membres, si l'on considère chaque os séparément, rappellent les Reptiles actuels et surtout les Crocodiliens; mais, supportant comme des colonnes un corps massif, ils ne sont pas sans analogies par les proportions relatives de la jambe et de la cuisse, du bras et de l'avant-bras, par la position du radius en avant du cubitus avec les membres des Proboscidiens, qui ont une fonction analogue.

Si l'on compare les membres placés dans la galerie du Muséum aux squelettes complets de *Brontosaurus*, de *Diplodocus* des musées américains, on peut évaluer la hauteur du corps du Reptile de Madagascar à $3^{m},50$ environ et sa longueur à 15^{m}; un humérus pèse 84^{kg}; le fémur a $1^{m},40$ de hauteur; une série de 11 vertèbres caudales consécutives a plus de $1^{m},30$.

J'ai pu étudier presque toutes les parties caractéristiques du squelette de ce Reptile; il est très voisin du *Morosaurus* d'Amérique : 1° par la forme en spatule des dents recouvertes d'un émail chagriné; 2° par les vertèbres présacrées dont le corps, évidé en forme de pochette à droite et à gauche, a une structure interne spongieuse; 3° par les os en chevron de la queue; 4° par les os du bassin, pubis et ilion; 5° par la forme des métacarpiens. M. Lydekker et M. Boule ont reconnu déjà qu'il ressemble aussi à *Cetiosaurus oxoniensis* du Bathonien d'Angleterre. Ces trois genres représentent le même type de Sauropode dans l'Amérique du Nord, en Europe et à Madagascar. Ils seront peut-être un jour réunis sous le même nom, quand on connaîtra les squelettes complets des formes européenne et malgache.

Le *Bothriospondylus* de Madagascar paraît avoir vécu à la même époque que le *Cetiosaurus* d'Oxford. Ses ossements se trouvent en effet, d'après les indications stratigraphiques de M. Paul Lemoine, dans le Bathonien à *Corbula Grandidieri*, *Corbula pectinata* des environs d'Antsohihi. Ces deux Dinosauriens sont donc les plus anciens Sauropodes connus. La restauration des os des membres du Reptile de Madagascar montre qu'il avait, comme le *Cetiosaurus*, des membres antérieurs presque égaux aux membres

postérieurs; c'est là un caractère primitif qui n'est plus réalisé chez la plupart des Sauropodes du Jurassique supérieur d'Amérique (*Diplodocus*, par exemple). Ces derniers, dont les membres antérieurs étaient sensiblement plus courts, pouvaient, plus facilement que leurs devanciers, se dresser sur leurs pattes de derrière en se servant de leur queue comme d'un balancier.

Le Sauropode de Madagascar était un peu plus petit que le *Cetiosaurus oxoniensis;* ses membres sont d'ailleurs plus grêles, plus élancés que ceux du Reptile d'Oxford, et très différents du type massif réalisé dans le squelette de *Brontosaurus*. Malgré leur grande taille, ces animaux n'étaient pas les géants du groupe, car le fémur de *Brachiosaurus altithorax* d'Amérique a, suivant M. Riggs, plus de 2^m de hauteur.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Caractéristiques de la trace foliaire de l'*Ankyropteris Bibractensis, *B. R. sp.* Note de M. **Paul Bertrand**, présentée par M. R. Zeiller.

Le *Zygopteris Bibractensis* a été découvert par B. Renault dans les silex d'Autun (1869). Il a été trouvé ensuite dans les coal-balls d'Angleterre (Williamson, 1874) et dans ceux de Westphalie (Felix, 1886). En 1889, Stenzel a créé pour cette espèce et pour le *Z. scandens* une section *Ankyropteris* dans le genre *Zygopteris* de Corda (1845). Cette section a véritablement la valeur d'un genre distinct.

1. La fronde de l'*A. Bibractensis* n'a qu'une surface de symétrie; elle porte deux files de pièces latérales. Sa trace foliaire comprend :

a. Une lame ligneuse centrale, horizontale, dépourvue de trachées; cette *apolaire médiane* est fortement courbée; *sa concavité est tournée vers la face postérieure du pétiole.*

b. 4 *antennes,* c'est-à-dire quatre lames ligneuses épaisses, s'élevant perpendiculairement aux extrémités de l'apolaire médiane, à laquelle elles adhèrent largement. Chaque antenne se recourbe en crochet à son sommet, pour former un *renflement récepteur*. Les antennes sont très arquées, de sorte que leurs renflements récepteurs viennent presque se toucher deux à deux sur la ligne médiane. Par suite de la courbure de l'apolaire médiane, *les deux antennes antérieures sont beaucoup plus grandes que les deux antennes postérieures.* Devant chaque renflement récepteur, il y a un pôle trachéen, soit en tout : quatre pôles fondamentaux, qui dirigent toutes les sorties et déterminent leur orientation.

c. 2 *filaments.* Un filament est une mince lame ligneuse composée de très petits

éléments scalariformes, qui unit les deux renflements récepteurs d'un même côté de la trace foliaire. Il y a donc un filament droit et un filament gauche. *Un filament représente une série de petits arcs ligneux, accumulés à la file et destinés à un grand nombre de sorties successives.*

2. Les pétioles secondaires sont orientés *à angle droit* sur le rachis primaire qui les porte. Leur masse libéro-ligneuse offre, par rapport à celle du rachis primaire, une *réduction considérable de la face antérieure,* qui aboutit à la suppression des deux antennes et des deux renflements récepteurs antérieurs, d'où pour cette pièce *l'aspect d'une chaîne à courbure directe,* très différent de celui de la trace foliaire décrite au paragraphe 1. La masse libéro-ligneuse d'un rachis secondaire comprend ainsi : une apolaire médiane légèrement courbée, deux antennes postérieures réduites, deux renflements récepteurs postérieurs avec pôles fondamentaux, deux filaments.

3. L'émission des traces des pétioles secondaires se fait par un mécanisme compliqué. La masse ligneuse destinée au rachis secondaire a la forme d'un anneau aplati : *anneau sortant définitif,* qui comprend un arc postérieur P_n, un arc antérieur A_n, unis par leurs deux extrémités E. Cet anneau sort en deux temps : premier temps, la base de l'antenne antérieure forme un anneau réparateur interne sans trachées, comprenant un arc externe A_{n-1}, destiné à la sortie $n - 1$ et un arc interne P_n, qui sert à réparer le filament après la sortie de A_{n-1}; deuxième temps, la base de l'antenne antérieure forme de la même manière un second anneau réparateur interne comprenant un arc externe A_n et un arc interne P_{n+1}. L'arc A_n s'unit à l'arc P_n en empruntant deux petits segments E au filament et constitue l'anneau sortant définitif destiné au rachis secondaire n. *L'antenne postérieure ne collabore jamais à la sortie.* Les extrémités E de l'anneau sortant proviennent en réalité des renflements récepteurs, ils ont glissé le long du filament en subissant une rotation effective de 90°; au contraire, les régions centrales A_n et P_n sont tournées de 90° dès leur naissance. Enfin la pièce sortante émet bientôt deux cordons hâtifs destinés à *deux aphlebias.*

4. Sur les rachis secondaires, l'anneau sortant est produit tout entier aux dépens du filament; l'antenne postérieure, qui subsiste seule, ne collabore pas à la sortie.

5. La masse libéro-ligneuse de l'*A. Bibractensis* est un quadruple de divergents ouverts, unis en chaîne inverse par l'intermédiaire d'une apolaire médiane, courbée, à concavité postérieure.

6. L'*A. insignis,* Williamson sp., diffère de l'*A. Bibractensis* par les caractères suivants : apolaire médiane large, rectangulaire, peu courbée; antennes réduites; filaments grêles; l'*anneau sortant, très grêle, est produit uniquement aux dépens du filament.*

7. La trace foliaire de l'*A. Williamsoni,* nov. sp., présente les caractères suivants : apolaire médiane large, s'évasant à ses extrémités; antennes fondues avec l'apolaire médiane, terminées par de petits renflements récepteurs; *le filament ne représente que l'arc postérieur* P_n *destiné à une seule sortie.* A chaque sortie le filament sort donc en entier en entraînant les deux pôles fondamentaux et l'arc antérieur A_n, fourni conjointement par les deux antennes; celles-ci répareront le filament. L'*A. Williamsoni* forme une transition entre les genres *Ankyropteris* et *Stauropteris.*

8. Dans le genre *Ankyropteris,* l'*A. Williamsoni* est à l'*A. Bibractensis* ce que le *Z. duplex* est au *Z. primaria* dans le genre *Zygopteris.*

La séance est levée à 4 heures un quart.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 mai 1907.

Observatoire de Paris. *Catalogue photographique du Ciel. Coordonnées rectilignes;* t. II : Zone + 22° à + 24°. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 vol. in-4°.

Annales de l'Observatoire astronomique, magnétique et météorologique de Toulouse. Tome VII, renfermant une partie des travaux exécutés jusqu'en 1906, sous la direction de M. B. Baillaud, Correspondant de l'Institut et du Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars; Toulouse, E. Privat, 1907; 1 vol. in-4°.

Hydrologie agricole, par Frédéric Dienert; Introduction par le Dr P. Regnard, avec 3 Cartes et 131 figures intercalées dans le texte. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1907; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Roux.)

La santé par l'hygiène, par Nestor Gréhant. Paris, Ch. Delagrave. s. d.; 1 vol. in-12. (Présenté par M. Edmond Perrier. Hommage de l'auteur.)

Bulletin de la Commission météorologique du département de la Haute-Garonne; t. I, 5e fasc. Toulouse, 1907; 1 fasc. in-4°.

Bulletin de la Société industrielle de Rouen; 35e année, no 1, janvier-février 1907. Rouen, au siège de la Société; 1 fasc. in-4°.

Natural law in terrestrial phenomena, a study in the causation of earthquakes, volcanic eruptions, wind-storms, temperature, rainfal, with a record of evidence, by WILLIAM DIGBY. Londres, Wm Hutchinson and C°, 1902; 1 vol. in-8°. (Offert par M. Hugh Clements.)

The Lower Palaeozoic fossils of the Northern Shan States, Burma, by F.-R. COWPER REED; plates I to VIII. (*Memoirs of the geological Survey of India*; new series, t. II, mém. n° 3.) Calcutta, 1906; 1 vol. in-f°.

An account of Alcyonarians collected by the royal indian marine survey ship « Investigator » in the Indian Ocean, by J.-ARTHUR THOMSON and W.-D. HENDERSON. I. *The Alcyonarians of the Deep-Sea*, Calcutta, 1906; 1 vol. in-4°. (Offert par MM. les Conservateurs du *The Indian Museum*, à Calcutta.)

Annales de l'Observatoire physique central Nicolas, publiées par M. RYKATCHEW; année 1904, 1re et 2e parties. Saint-Pétersbourg, 1906; 3 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 21 janvier 1907.)

Note de MM. *P. Tsoucalas* et *J. Vlahavas*, Sur les hélices de propulsion :

Page 127, formule (11), *au lieu de* $\frac{\zeta - k}{1 + 2k}$, *lisez* $\frac{\zeta - k}{1 + 2k^2}$.

Même page, formule (14), *au lieu de* $\frac{y}{1 + \zeta^2}$, *lisez* $\frac{3y}{1 + \zeta^2}$.

Même page, dernière ligne, *au lieu de* $\tau = 0,832$, *lisez* $\zeta = 0,832$.

Page 128, formule (15), *au lieu de* $\frac{y}{1 + \zeta^2}$, *lisez* $\frac{3y}{1 + \zeta^2}$.

Même page, ligne 16, 3e colonne, *au lieu de* $m = 5,585$, *lisez* $m = 3953$.

(Séance du 8 avril 1907).

Note de M. *E. Rengade*, Sur quelques propriétés des protoxydes alcalins :

Page 755, ligne 16, *au lieu de* 4,78, *lisez* 4,36.

(Séance du 13 mai 1907.)

Note de M. *Maurice d'Ocagne*, Sur la représentation des équations d'ordre nomographique 4 à 3 et 4 variables :

Page 1027, ligne 11 en remontant, *au lieu de* $z_{1'}$, $z_{2'}$, *lisez* z_3, z_4.
Page 1029, dernière ligne, *au lieu de* —, *lisez* +.

(Séance du 21 mai 1907.)

Note de M. *E. Barré*, Sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire :

Page 1098, ligne 14, *au lieu de* ω^2, *lisez* W^2.
Même page, ligne 18, *au lieu de* ω, *lisez* W.

Note de M. *Nepveu*, Sur les réactions à la lumière du tissu de l'iris :

Page 1133, ligne 16, *au lieu de* temporia, *lisez* temporaria.
» ligne 19, *au lieu de* Onurus, *lisez* Conurus.
» ligne 20, *au lieu de* Stryx, *lisez* Strix.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 JUIN 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la question de l'origine des mers lunaires.* Note de MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

Ainsi que nous l'avons exposé dans une récente Communication ([1]) il y a lieu de se demander si des corps circulant autour de la Terre, dans des orbites peu éloignées de celle de la Lune, ont pu se précipiter sur celle-ci, en laissant comme empreintes à sa surface soit les taches relativement sombres désignées d'habitude sous le nom de *Mers*, soit de vastes cavités circulaires.

Pour apprécier le degré de vraisemblance de cette hypothèse, adoptée par d'assez nombreux auteurs, nous avons formé divers Tableaux numériques, que l'on trouvera dans l'Introduction du Mémoire joint au 9e fascicule de l'*Atlas photographique*.

Le premier Tableau fait connaître, pour diverses valeurs de la distance moyenne à la Terre, la vitesse moyenne par rapport soit à la Terre, soit à la Lune, d'un astéroïde circulant autour de la Terre; la masse de l'astéroïde est supposée négligeable en comparaison de celle de notre globe.

Le second indique, pour diverses distances à la Terre, la vitesse d'un astre décrivant autour de la Terre une orbite parabolique.

Le Tableau III fournit l'indication correspondante pour la Lune.

Le quatrième Tableau donne, pour une série de valeurs équidistantes du demi-grand axe, la durée de révolution de corpuscules circulant autour de notre satellite dans des orbites elliptiques.

([1]) Voir *Comptes rendus* du 3 juin 1907, p. 1193.

Un dernier Tableau donne, pour diverses valeurs de la distance initiale, la vitesse qu'un corps soumis principalement à l'attraction de la Lune doit posséder pour ne point tomber sur sa surface.

Il résulte de la comparaison de ces nombres que des satellites de la Terre dont l'orbite pénétrerait dans la sphère d'attraction de la Lune seront amenés à décrire autour de celle-ci des trajectoires elliptiques, et ne pourront éviter de rencontrer sa surface.

Si, d'autre part, on attribue à l'anneau des corpuscules, de chaque côté de l'orbite, une largeur supérieure à 35 rayons lunaires, toutes les chances sont pour que les satellites extérieurs continuent à graviter autour de la Terre. Veut-on de plus leur imposer le travail mécanique qui correspond à la formation d'une mer, il faut leur donner un diamètre de plusieurs dizaines ou même de plusieurs centaines de kilomètres, ce qui les rendrait fort aisément visibles à l'œil nu. Nous arrivons ainsi à des conséquences en désaccord manifeste avec les faits.

Pour expliquer comment on ne voit plus, à l'heure actuelle, de satellites circulant, conjointement avec la Lune, autour de la Terre, on a la ressource de supposer qu'ils formaient, dès le principe, un anneau étroit, s'étendant à moins de 30 rayons lunaires de part et d'autre de l'orbite. Mais on est conduit à rétrécir encore beaucoup cette dimension transversale si l'on veut que les satellites aient pu contribuer dans une mesure quelconque à la formation des mers. Il devient alors nécessaire que leur capture ait embrassé la longue suite de siècles écoulée entre la formation de l'anneau et la constitution d'une croûte épaisse à la surface de notre satellite. Or, si l'on suppose seulement entre les distances moyennes à la Terre une différence égale au rayon de la Lune, la troisième loi de Kepler montre que les durées de révolution diffèrent déjà de $\frac{1}{145}$ de leur valeur. Des conjonctions se reproduiraient donc après 145 mois lunaires, et la chute sur la Lune ne saurait se faire attendre plus de 12 années. Si l'on voulait la retarder d'un ou deux siècles, période encore insignifiante dans la genèse d'un corps céleste, il faudrait admettre une coïncidence pour ainsi dire rigoureuse des moyens mouvements.

Mais cette hypothèse, déjà invraisemblable, devient elle-même insuffisante dès qu'il n'y a plus de distribution symétrique de la matière sur l'anneau. Une fois la Lune constituée à l'état de satellite prépondérant, son attraction newtonienne agit sans relâche et avec une efficacité croissante pour augmenter la longitude des corps qui la suivent, diminuer la longitude des corps qui la précèdent. Seuls les points diamétralement opposés

se dérobent à son action, mais cet état d'équilibre instable ne peut manquer d'être promptement détruit par suite de l'excentricité de l'orbite et des perturbations inévitables. C'est pour ce motif sans doute que le Ciel ne nous offre, en dehors du cas évidemment très spécial des anneaux de Saturne, aucun exemple d'une orbite elliptique parcourue simultanément par plusieurs corps. Le cas général est, à la vérité, inaccessible au calcul et aucune des simplifications qui pourraient le rendre abordable ne semble ici particulièrement indiquée. Mais on peut se poser un problème élémentaire dont l'analogie avec celui qui nous occupe est évidente, celui de deux points matériels assujettis à décrire sans frottement un même cercle, sollicités vers le centre par une force quelconque et s'attirant mutuellement suivant la loi de Newton. Dans ce cas, en dehors de conditions initiales extrêmement particulières, les deux points arrivent rapidement à se porter l'un vers l'autre avec une vitesse toujours croissante.

Nous restons, en définitive, en présence de deux alternatives seulement, l'une et l'autre fatales à la théorie de l'agglomération. Ou bien l'anneau météorique sera large, comme il arrive pour Saturne et les petites planètes, alors les conjonctions seront fréquentes, les perturbations seront fortes, un certain nombre de corpuscules persisteront indéfiniment à circuler autour de la Terre, et ceux qui tomberont sur la Lune l'atteindront sous des angles d'incidence très variés. Ou bien l'anneau sera très étroit, ce qui rendra les conjonctions plus rares, mais l'absorption n'en sera pas moins complète peu d'années après que la Lune se sera constituée à l'état de satellite prédominant, bien avant qu'elle n'ait pu se former une croûte solide de quelque épaisseur.

Conséquences probables d'une collision. — Concédons même que certains satellites aient pu, en se maintenant par exemple dans la partie diamétralement opposée de l'orbite, éviter plus longtemps la rencontre de la Lune, et demandons-nous quelles seront les suites vraisemblables de cette rencontre. Ici, le principal élément d'appréciation est la connaissance de la vitesse relative. Comme cette vitesse est très faible au début, elle sera au moment du choc voisine de 2500^{m} par seconde. Cette valeur conviendrait pour un corps amené de l'infini par la seule attraction de la planète jusqu'à la surface actuelle sans intervention d'une atmosphère résistante. Elle doit être considérée plutôt comme une limite supérieure. La destruction soudaine d'une pareille quantité de force vive peut, comme l'ont trouvé MM. Gilbert et Woodward, élever de 2000° C. la température du projectile supposé formé de roche volcanique et, par suite, déterminer sa fusion,

Mais il faut noter aussi que la chaleur dégagée se partagerait entre le projectile et la croûte lunaire; de plus une fraction très considérable de la force vive perdue serait convertie en travail mécanique et employée à la désagrégation de l'écorce et du projectile.

Ni l'un ni l'autre, en effet, ne peuvent présenter la cohésion nécessaire pour subir de pareils chocs sans déformation. A cet égard, l'exemple des bolides est instructif. Bien qu'animés de vitesses plus grandes, ils pénètrent dans la croûte terrestre sans subir de fusion, si ce n'est à la surface. Ils se brisent presque toujours en touchant le sol, et on les retrouve froids à l'intérieur. C'est dans ce double travail, creusement du sol et segmentation du projectile, que s'absorbe presque toute la force vive perdue.

En passant au cas de la Lune, nous devons diminuer la vitesse, augmenter énormément les dimensions, supposer une majorité d'incidences obliques. Ce sont autant de chances supplémentaires pour que le projectile se divise en nombreux fragments et pour qu'une portion considérable de sa substance se retrouve à l'état d'excroissance au voisinage du point choqué.

Indications fournies par l'examen des mers de la Lune. — L'aspect des mers de la Lune, de celles au moins qui possèdent des limites précises, est incompatible avec la théorie qui précède. Le projectile ne s'est pas liquéfié en totalité, car nous aurions alors, au lieu d'un contour régulier, un contour sinueux commandé par la nature montagneuse du sol. Il ne s'est point écrasé sur la croûte, à la manière d'une boule de neige lancée contre un mur, car toutes les mers de la Lune sont des bassins déprimés. Il n'a point rebondi comme une balle élastique, ainsi qu'il arrive dans les expériences d'imitation artificielle, car les croûtes planétaires ne se montrent point élastiques sous le choc de corps volumineux, et ceux-ci devraient, pour ne pas abandonner de matière, posséder une cohésion tout à fait invraisemblable. Enfin, il resterait à expliquer la disparition du corps après rebondissement. Une seule supposition reste possible : le projectile aura pénétré en totalité dans l'intérieur de notre satellite.

Mais ce dernier refuge n'est pas davantage tenable. Si un projectile, dont le diamètre atteint le quart ou le cinquième de celui du globe, y pénètre brusquement, une violente réaction du liquide intérieur déplacé inondera autour de l'orifice une aire extrêmement vaste et, plus sûrement encore, il y aura, dans toute l'étendue de l'orifice d'entrée, destruction et effacement absolu du relief antérieur. La première conséquence est incompatible avec la régularité des contours des mers, avec l'établissement de leur

niveau en contrebas des plateaux. La seconde est démentie par la présence, dans toutes les mers sans exception, de vestiges nombreux du relief antérieur, bordures anciennes affaissées, mais encore rattachées au rivage actuel, bourrelets de cirques envahis et nivelés à l'intérieur mais imparfaitement submergés.

Les fragments de remparts, les pitons isolés sont à cet égard encore plus significatifs que les cirques complets, car il est impossible de les expliquer comme formations récentes, et il faut y voir de toute nécessité les témoins d'un système montagneux plus ancien, entraîné avec la mer, à de longs intervalles, dans des affaissements successifs.

S'il est un caractère général qui s'affirme avec persistance dans l'étude du sol lunaire, c'est l'existence de plusieurs niveaux successifs et très différents, répondant chacun à une longue période de stabilité, qui a permis la consolidation d'épaisses nappes liquides. Chacun de ces étages s'est trouvé assez résistant pour subir, sans dénivellation importante, de violentes actions mécaniques accompagnées de ruptures locales dont nous pouvons apprécier l'épaisseur. Il n'y a nulle exagération à compter par centaines de siècles le temps réclamé par ces accroissements successifs de la croûte solide. Et nous voyons qu'aux dépens des plus récents de ces étages, il s'est encore créé soit des mers, soit des grands cirques qu'il n'y a pas lieu de supposer formés autrement que les mers. L'apparition de ces objets caractéristiques s'est continuée bien longtemps après que la Lune s'était constitué une puissante écorce solide. Les théories que nous avons discutées ne fournissent point, sous ce rapport, la latitude nécessaire.

Trois degrés successifs d'épaississement de la croûte sont surtout mis en évidence par l'étude de l'Atlas photographique, sans compter les étages intermédiaires qu'un examen plus détaillé permet de définir, et que nous avons eu l'occasion d'indiquer ailleurs. Le premier étage correspond aux plateaux élevés de la région australe; le second au niveau général des mers, le troisième au fond des grands cirques formés aux dépens des mers elles-mêmes, après leur consolidation. On compte du premier au second étage, comme du second au troisième, tout au moins 3000^{m} de chute, répondant à un retrait de même importance dans le fluide intérieur. Si l'on veut que les projectiles aient contribué aux formations du niveau inférieur, il faut admettre qu'à la même époque ils n'ont pas davantage épargné les plateaux élevés déjà épaissis au point d'être devenus absolument impénétrables. Nous devrions donc trouver en abondance sur la calotte australe non pas seulement des creux et des bourrelets de cirques,

mais des accumulations coniques de débris, résultant de l'écrasement sur place des derniers projectiles. L'étude la plus minutieuse ne montre aucune forme en relief à laquelle on puisse attribuer cette provenance.

En résumé, l'hypothèse de la formation des mers par des chocs externes nous semble très hasardée, parce qu'elle demande à être échafaudée sur d'autres hypothèses, impossibles à coordonner logiquement, concernant l'origine des projectiles, leur distribution dans l'espace, leur sort ultérieur. Elle est de plus inefficace, parce qu'elle oblige à recourir à d'autres explications pour les traits les plus fréquents et les mieux constatés de la physionomie des mers. La théorie de l'affaissement local, sous l'influence du refroidissement, des dégagements de gaz, de l'ajustement isostatique, nous semble au contraire pouvoir embrasser l'histoire des mers tout entière, aussi bien que celle des grands cirques.

ASTRONOMIE. — *Sur le mode habituel de publication des observations équatoriales, et sur un moyen de l'améliorer.* Note de M. G. **Bigourdan**.

I. L'observation d'un astre, au moyen de l'équatorial et d'un micromètre à cercle de position, consiste, en général, dans la détermination des différences $\Delta Æ$ et ΔD d'ascension droite et de déclinaison entre cet astre et un autre supposé connu, ordinairement une étoile dite *étoile de comparaison*. Parfois aussi on rapporte l'astre à l'étoile en mesurant l'angle de position relatif p et la distance d.

Quelles que soient les coordonnées différentielles que l'on mesure, il faut toujours connaître l'orientation du micromètre, l'erreur du zéro du cercle de position, c'est-à-dire la lecture de ce cercle qui correspond au parallèle (mouvement diurne) ou au cercle horaire du point du Ciel où se fait l'observation.

Aujourd'hui on publie, avec les positions adoptées des étoiles et les positions conclues de l'astre, le résultat immédiat de l'observation, c'est-à-dire les $\Delta Æ$ et ΔD ou p et d bruts, ainsi que les corrections qu'on leur a fait subir; cela permet de reconnaître plus facilement certaines erreurs et de corriger en tout temps les positions conclues de l'astre, quand on obtient de meilleures positions des étoiles de comparaison.

Mais rien ne permet d'apprécier les erreurs systématiques dont les coordonnées différentielles peuvent être affectées en raison de l'orientation défectueuse donnée au micromètre. Aussi serait-il utile, semble-t-il, de

faire connaître la lecture adoptée du mouvement diurne, et de donner quelque moyen d'évaluer l'erreur dont cette lecture peut être affectée.

II. Pour cela on pourrait déterminer plusieurs fois le mouvement diurne dans la région d'observation, adopter la moyenne et déduire son erreur des écarts présentés par les valeurs individuelles par rapport à cette moyenne. Mais ce procédé allongerait notablement la durée de chaque observation; et nous allons montrer, ou plutôt rappeler ([1]), que l'erreur en question peut être évaluée d'une manière plus facile, grâce à une meilleure utilisation des déterminations du mouvement diurne.

III. La lecture du mouvement diurne peut changer quand on enlève le micromètre de la lunette équatoriale, ou même quand on modifie sa position pour rectifier la mise au foyer. Mais on arrive sans peine à éviter ce changement; parmi les moyens employés, le plus simple est un butoir fixé à la lunette et contre lequel vient appuyer une pièce d'arrêt portée par le micromètre. D'ailleurs, quand un équatorial n'est pas employé à des observations très variées, on peut laisser le micromètre en place sur la lunette.

Aussi, dans ce qui suit, nous admettrons que le cercle de position du micromètre est comme lié invariablement au tube de la lunette, au moins pendant un temps assez long, 2 ou 3 mois par exemple. Nous supposerons aussi que l'instrument est orienté à très peu près et d'ailleurs assez stable pour que, dans le même intervalle, les constantes instrumentales ne changent pas sensiblement.

IV. Appelons :

ε la distance PP′ du pôle céleste P au pôle instrumental P′;
θ l'angle horaire de P′ par rapport au méridien vrai;
T_m le mouvement diurne déterminé, lunette mobile;
T_f le mouvement diurne déterminé, lunette fixe.

T_m, qui correspond au parallèle instrumental, est partout le même, tandis que T_f, correspondant au parallèle céleste, varie avec $\mathcal{A}\!\!\mathcal{H}$ et $\mathcal{D}$, angle horaire et déclinaison du point visé.

On a d'ailleurs

$$T_m = T_f + \varepsilon \sin(\theta - \mathcal{A}\!\!\mathcal{H}) \operatorname{séc} \mathcal{D},$$

de sorte que la variation de T_f est $-\varepsilon \sin(\theta - \mathcal{A}\!\!\mathcal{H}) \operatorname{séc} \mathcal{D}$.

([1]) Voir, à ce sujet, G. Bigourdan, *Observations de nébuleuses et d'amas stellaires* (*Annales de l'Observatoire de Paris, Observations*, année 1890, p. D.1 et suiv.).

Nous supposons connues les constantes instrumentales ε et θ; il sera donc facile de construire une Table à double entrée donnant

$$-\varepsilon \sin(\theta - \mathcal{H}) \text{séc} \mathcal{D}$$

avec $\mathcal{H}$ et $\mathcal{D}$ comme arguments, et au moyen de laquelle toutes les déterminations de mouvement diurne, faites dans diverses régions du ciel pendant l'intervalle considéré de 2 ou 3 mois, pourront être ramenées à un même point du ciel, par exemple à l'équateur et au méridien supérieur. Ces déterminations étant ainsi rendues comparables, on pourra en prendre la moyenne et déduire son erreur des écarts présentés par les valeurs individuelles.

On pourrait objecter que cette manière de procéder suppose l'équatorial muni de cercles assez grands et assez finement divisés pour permettre une bonne détermination des constantes équatoriales ε et θ. Mais on peut déterminer ces constantes par des méthodes différentielles, à l'aide du seul micromètre (¹).

En outre, nous n'avons pas tenu compte des flexions du tube et de l'axe de déclinaison, qui compliqueraient l'expression de la variation de T_f en fonction de celles de $\mathcal{H}$ et de $\mathcal{D}$. Aussi, dans un cas où les flexions paraissaient avoir une influence notable, il nous a paru plus sûr de procéder pratiquement de la manière suivante :

V. Au voisinage du méridien, la lunette de l'équatorial employé peut occuper deux positions pour viser le même point : dans l'une elle est à l'est du pied (L. E.) et dans l'autre elle est à l'Ouest (L. O.).

Pour divers points du méridien on a déterminé la lecture T_f du mouvement diurne successivement dans les deux positions de la lunette, et, ainsi qu'on pouvait le prévoir, on a trouvé que la différence $T_f(\text{L. E.}) - T_f(\text{L. O.})$ croît comme la sécante de la déclinaison, de sorte qu'en l'appelant a à l'équateur, à la déclinaison $\mathcal{D}$ elle a pour valeur $a \,\text{séc.} \mathcal{D}$. Pour rendre comparables toutes les déterminations de mouvement diurne faites au méridien, dans l'une ou l'autre position, il suffira donc d'ajouter à chacune d'elles la correction $\pm \frac{a}{2} \text{séc.} \mathcal{D}$.

VI. Ensuite, et pour chaque position de la lunette, on a fait varier l'angle horaire, et cherché, par l'observation, comment varie T_f. On a pu alors former une table à double entrée, avec $\mathcal{H}$ et $\mathcal{D}$ comme arguments,

---

(¹) Voir, par exemple, *loc. cit.*, p. D. 7.

qui donne la correction à appliquer à chaque lecture du mouvement diurne déterminée au méridien pour obtenir la même lecture qui convient à un angle horaire et à une déclinaison donnés, et inversement [1].

Par suite, avec cette Table, et en appliquant la correction $\pm \frac{a}{2}$ séc$\mathbb{D}$, on peut ramener à être comparables toutes les déterminations de mouvement diurne faites en un point quelconque du ciel; et inversement, on peut calculer la lecture du mouvement diurne qui répond à telle valeur choisie de Æ et $\mathbb{D}$. La comparaison des valeurs ainsi calculées avec les valeurs observées fournira des différences qui ne devront pas avoir d'allure systématique et qui donneront une idée de la précision des valeurs adoptées du mouvement diurne.

VII. Ajoutons quelques indications pratiques permettant de simplifier les opérations qu'exige ce dernier procédé (§ V et VI).

La détermination directe de T_f ne comporte pas autant de précision [2] que la bissection simultanée de deux étoiles d'éclat convenable et distantes de 6′ à 8′.

Aussi, pour déterminer, au méridien, la différence T_f(L. E.) $-$ T_f(L. O.) on préférera mesurer successivement, dans les deux positions, l'angle relatif de deux étoiles ainsi choisies : la différence sera égale à

$$T_f(\text{L. E.}) - T_f(\text{L. O.}) = a\,\text{séc}\,\mathbb{D}$$

et la précision sera bien plus grande que si l'on avait déterminé directement T_f(L. E.) et T_f(L. O.).

D'ailleurs, plus le couple employé aura une déclinaison forte, et plus sera grande la précision de la valeur conclue de a.

De même, pour déterminer directement la variation de T_f quand l'angle horaire change, on suivra un même couple pendant plusieurs heures et l'on mesurera de temps à autre son angle de position.

VIII. En procédant comme il vient d'être dit, on connaîtra donc la précision du mouvement diurne employé. Mais cet avantage n'est pas le seul que présente ce procédé; car, en permettant de remettre à un autre mo-

---

(1) Voir *loc. cit.*, p. D. 13.

(2) Pour déterminer avec précision la lecture qui correspond au mouvement diurne nous avons trouvé grand avantage à employer deux oculaires placés côte à côte et dans la direction du mouvement diurne : on réunit ainsi les avantages d'un très grand champ bien net et d'un grossissement suffisant.

ment la détermination du mouvement diurne, il économise un temps d'autant plus précieux que c'est celui même pendant lequel on peut faire les observations. Seulement, si l'on observe $\Delta\mathcal{R}$ et $\Delta\mathcal{D}$ par la méthode ordinaire, il faudra faire subir une correction aux différences trouvées pour les réduire à celles qu'on aurait obtenues si le micromètre avait été exactement orienté.

ZOOLOGIE. — *Nouvelles remarques sur l'oblitération de la cavité pleurale des Éléphants.* Note de M. **Alfred Giard**.

C'est une erreur grave de penser qu'en raison de leur taille considérable, des animaux tels que les Proboscidiens peuvent être disséqués par des équarrisseurs et doivent montrer sans difficulté à l'examen le plus superficiel toutes les particularités de leur organisation.

Voilà pourquoi la Note de M. G. Vasse, présentée à la dernière séance de l'Académie (1), ne prouve rien au sujet de la question controversée de l'occlusion des cavités pleurales chez les Éléphants.

Des observations de cette nature, pour être concluantes, doivent être faites par un anatomiste doublé d'un histologiste exercé.

Chez la femelle d'Éléphant de Gorongoza abattue par M. G. Vasse, et au dépeçage de laquelle il a assisté, les poumons, dit le vaillant chasseur, se sont détachés aussi aisément que l'appareil respiratoire de n'importe quel Ruminant; d'où il conclut que, chez ce Pachyderme, il n'existait aucun point d'adhérence.

Mais une remarque tout à fait identique a été faite de la façon la plus explicite par le professeur Schmaltz de l'École vétérinaire de Berlin, dont les conclusions sont absolument différentes. Schmaltz est en effet un des premiers naturalistes qui ait signalé avec Boas la soudure normale des plèvres chez les Éléphants et distingué nettement cette disposition de celle qui peut résulter pathologiquement d'une pleurésie adhésive (2).

Dans le cas d'une *pleuritis adhæsiva*, dit Schmaltz, il y aurait nécessairement des adhérences entre la paroi costale et les poumons; celles-ci manquent complètement.

---

(1) Guillaume Vasse, *Sur la cavité pleurale chez l'Éléphant* (*Comptes rendus*, n° 23, 10 juin 1907, p. 1290).

(2) Schmaltz, *Das Fehlen der Pleuralhöhle beim indischen Elephant* (*Morpholog. Jahrbuch*, t. XXXVI, 1. Heft, 1906, p. 92).

« Beim öffnen des Thorax *fällt vielmehr die Lunge genau so zusammen wie beim Vorhandensein einer Pleuralhöhle,* indem das peripulmonale Bindegewebe sich zu zwei Handbreiten zwischen Lunge und Rippen ausdehnt wie dies nur normales lockeres Bindegewebe tut. Dies Bindegewebe hat auch in seiner Beschaffenheit keinerlei Aehnlichkeit mit pathologischen Produkten, da es wie aus zarten Schleien zusammengewebt erscheint. »

Ainsi chez les Éléphants, comme nous le verrons, relativement jeunes, quand on ouvre la cage thoracique *les poumons tombent en masse comme s'il existait une cavité pleurale.* Mais cela s'explique aisément par le poids de ces organes et par la grande extensibilité du tissu conjonctif péripulmonaire qui ne ressemble nullement aux néoformations pathologiques et paraît constitué par un complexe de voiles très minces.

Outre l'observation communiquée à Boas et dont nous avons parlé antérieurement ([1]), Schmaltz a pratiqué d'autres autopsies d'Éléphants d'Asie et son expérience porte actuellement sur quatre cas : trois Éléphants morts au cirque Bush à Berlin et un quatrième abattu au jardin zoologique de la même ville. Les deux premiers Éléphants du cirque Bush moururent en décembre 1902 et janvier 1903 d'entérite vermineuse (*Uncinaria os papillatum*); ils étaient de la hauteur d'un homme et pesaient 25 quintaux ; c'étaient donc de jeunes animaux récemment importés des Indes. Le troisième Éléphant du cirque Bush succomba en 1905 à une affection charbonneuse. L'Éléphant du jardin zoologique fut tué sous les yeux de Schmaltz.

Dans les quatre cas, les résultats de l'autopsie furent identiques. Le tissu conjonctif dont nous avons parlé remplissait complètement (*vollkommen ausfüllt*) tout le *cavum thoracis* autour du cœur et des poumons.

Chez les Éléphants plus âgés, les adhérences paraissent devenir plus résistantes. C'est ce qui résulte clairement d'une observation très complète et très précise du professeur Georges Ruge, de Zurich, sur un Éléphant indien mort à Amsterdam vers 1896 ([2]). Les deux poumons étaient solidement unis (*fester verbunden*) aux organes voisins par un tissu conjonctif qui, d'ailleurs, n'avait rien de commun avec des adhérences pleurétiques (*nirgends die Eigenschaften von pleuritischen festen Schwartenbil-*

([1]) A. GIARD *L'Éléphant d'Afrique a-t-il une cavité pleurale?* (*Comptes rendus*, 11 février 1907, p. 306).

([2]) GEORG RUGE, *Form des Brustkorbes und Lagerung der Lungen in Brustkorbe beim indischen Elefanten* (*Morphol. Jahrb.,* t. XXXV, 3. Heft, p. 496-505).

dungen zeigte) et même rien de pathologique (*und zwar ohne jeglichen Spuren krankhafter Veränderungen*).

Ruge avait fait aussi des constatations identiques quelques années auparavant sur un Éléphant africain mort d'une maladie des os le 25 mai 1891.

Il conclut en réclamant, comme je l'ai fait moi-même [1], de nouvelles recherches soit sur les embryons soit sur les formes voisines des Proboscidiens, afin d'élucider les causes de cette particularité si extraordinaire de l'oblitération des cavités pleurales chez les Éléphants.

Enfin, le 27 mars dernier, mon savant ami et confrère à l'Académie des Sciences naturelles de Philadelphie, le professeur Henry-C. Chapman, m'écrivait au sujet de ma Note sur la mort de Sahib :

Je saisis l'occasion de vous dire que j'ai disséqué trois Éléphants, deux Asiatiques et un Africain. Je n'ai jamais trouvé de cavités pleurales. En chaque cas les poumons adhéraient presque partout aux parois thoraciques par une espèce de tissu conjonctif. Peut-être dans le cas observé par Mme Phisalix ce tissu conjonctif était-il ramolli et liquéfié? En fait une cavité pleurale aurait été produite par la maladie.

Voilà donc *neuf* observations nouvelles (4 de Schmaltz, 2 de Ruge, 3 de Chapman), qui toutes concluent dans le même sens.

Les anatomistes les plus compétents et les mieux informés s'accordent à décrire comme un processus normal l'oblitération des cavités pleurales chez les Éléphants adultes soit Asiatiques, soit Africains. Chapman va même jusqu'à considérer comme d'origine pathologique le rétablissement possible, dans certains cas, de tout ou partie de ces cavités.

Il y a d'ailleurs une forte exagération à supposer que tous les Éléphants entretenus en captivité sont des animaux malades constamment atteints de pleurésie. Je viens de voir, il y a quelques jours à Schœnbrunn, près Vienne, un Éléphant indien femelle introduit il y a 20 ans, et qui a récemment donné naissance à un petit, âgé aujourd'hui de 6 mois environ. Le père, amené à Vienne il y a 12 ans, est un superbe mâle très doux quoique armé de superbes défenses.

Le fait que ces animaux se sont reproduits en captivité prouve assez leur parfait état de santé.

---

[1] A. GIARD, *A quel moment et comment s'oblitèrent les cavités pleurales des Éléphants?* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 471, séance du 4 mars 1907).

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation du protoxyde de lithium anhydre.* Note de M. DE FORCRAND.

I. *Critique des anciens procédés de préparation.* — Les trois méthodes actuellement connues pour préparer le protoxyde de lithium anhydre Li^2O datent de 1857 et ont été indiquées par M. Troost ([1]).

La première est la combustion vive du métal, placé dans une nacelle de fer, dans un courant d'oxygène sec. Il n'y a pas à craindre la formation de peroxyde qui ne se produit pas en quantité appréciable dans ces conditions, mais il est presque impossible d'éviter la combustion de la nacelle, et le produit est souillé d'oxyde de fer.

Une autre méthode est la décomposition de l'azotate maintenu pendant très longtemps au rouge dans un creuset d'argent. L'oxyde obtenu est très impur, car le dégagement des oxydes de l'azote persiste en effet très longtemps, même à une température supérieure à celle de la fusion de l'argent.

Le troisième procédé consiste à décomposer le carbonate de lithium par le charbon à une température très élevée dans un creuset de platine.

C'est ainsi que M. Békétoff a obtenu l'oxyde qui lui était nécessaire pour ses expériences calorimétriques, et qui lui a donné $+26^{Cal}$ pour Li^2O comme chaleur de dissolution dans l'eau.

J'ai cherché plusieurs fois à obtenir ainsi Li^2O, en chauffant longtemps à la lampe d'émailleur.

On obtient ainsi assurément un peu d'oxyde, mais toujours mélangé de carbonate et de charbon.

Il ne me paraît même pas certain que le carbone réduise le carbonate de lithium.

Déjà les anciennes expériences de M. Troost avaient montré, et celles, plus récentes et plus précises, de M. Lebeau ([2]), ont fait voir que le carbonate de lithium se dissocie lorsqu'on le chauffe seul au rouge. Il n'est donc pas étonnant que, mélangé avec du charbon, il donne un peu d'oxyde, mais la décomposition est très incomplète au-dessous de 1000°, et, au-dessus, l'oxyde se volatilise, de sorte qu'on ne gagne rien à élever la température.

([1]) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LI, 1857, p. 112.
([2]) *Comptes rendus,* t. CXXXVI, 1903, p. 1256.

Ces trois méthodes sont tellement imparfaites que M. Lebeau avait précisément étudié la dissociation du carbonate de lithium dans l'espoir qu'elle donnerait l'oxyde anhydre pur.

II. *Nouvelle méthode de préparation.* — Si l'on admet provisoirement pour la chaleur de dissolution de l'oxyde anhydre le nombre $+26^{Cal}$ donné par M. Békétoff (¹), et d'autre part la chaleur de dissolution $+8^{Cal},96$ que j'ai publiée (²) pour Li^2O, H^2O ou $2\,LiOH$, on trouve, par différence,

$$Li^2O\,\text{sol.} + H^2O\,\text{liq.} = 2\,LiOH\,\text{sol.} \ldots + 17^{Cal},04.$$

Ce nombre laisse penser que la simple déshydratation, par la chaleur, de la lithine, doit donner l'oxyde anhydre Li^2O.

Il est vrai que tous les ouvrages classiques enseignent que la lithine ne perd pas d'eau par la fusion « qui a lieu au-dessous du rouge », mais cette indication n'est pas tout à fait exacte.

Si, en effet, nous ajoutons à $+17^{Cal},04$ le nombre $+9,66$, pour rapporter l'hydratation à l'état gazeux de l'eau, il vient : $+26^{Cal},70$ pour la réaction :

$$Li^2O\,\text{sol.} + H^2O\,\text{gaz} = Li^2O.H^2O\,\text{sol.}$$

Or

$$\frac{26700}{30} = 890^\circ\ \text{abs.}\quad \text{soit : } +617^\circ\,\text{C.},$$

d'après ma relation générale.

De sorte qu'en adoptant les nombres indiqués plus haut on voit que la lithine $LiOH$ devrait *bouillir* à $+617^\circ$; et, en entraînant la vapeur d'eau provenant de la dissociation par un gaz inerte sec, je pensais même obtenir la déshydratation complète au-dessous de $+600^\circ$.

En fait, les choses se sont passées *presque* aussi simplement que je le prévoyais.

On peut prendre comme point de départ, soit la lithine pure du commerce, soit l'hydrate secondaire cristallisé $LiOH.H^2O$.

1° *Lithine pure du commerce.* — On trouve depuis peu de temps dans le commerce, de la *lithine pure* qui ne contient presque pas autre chose que de la lithine et de l'eau. L'échantillon (Kahlbaum) dont je me suis servi ne renfermait que 0,91 pour 100 d'impuretés (oxydes de fer et silicates).

C'est une matière solide, en plaques à cassure cristalline, à peine colorée en brun.

(¹) *Bull. Acad. Saint-Pétersbourg*, t. XII, 1887, p. 750.

(²) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 1255.

Abstraction faite des impuretés signalées (0,91 pour 100), sa composition correspond à une formule comprise entre

$$Li^2O + 1,30H^2O \quad \text{et} \quad Li^2O + 1,38H^2O,$$

soit

$$LiOH + 0,15H^2O \quad \text{et} \quad LiOH + 0,19H^2O.$$

Pour obtenir l'oxyde anhydre, il suffit de placer ce corps dans une nacelle de *platine* (ou à la rigueur d'argent) au milieu d'un tube de porcelaine chauffé électriquement et traversé par un courant d'hydrogène rigoureusement purifié et desséché.

En chauffant à 660°, la déshydratation est assez rapide au début, puis elle se ralentit (1) et demande 7 à 8 heures pour être complète.

A 780°, on obtient le même résultat final en 1 heure.

La nacelle de platine n'a pas été attaquée. La nacelle d'argent l'est à peine, mais elle est un peu poreuse et laisse filtrer une trace de substance.

A ces températures, même à 780°, il n'y a aucune perte par volatilisation, et le poids reste constant. Mais, si l'on atteint 800° à 820°, on constate une perte de poids sensible due à la volatilisation de l'oxyde anhydre.

On obtient ainsi une matière absolument blanche, non cristallisée, mais poreuse, sous forme d'arborescences qui couvrent tout le fond de la nacelle.

L'analyse donne exactement Li^2O, en tenant compte des traces des matières étrangères initiales.

2° *Hydrate secondaire cristallisé :* $LiOH, H^2O$. — J'ai indiqué précédemment (2) que l'on obtient cet hydrate, en très beaux cristaux, toutes les fois qu'on laisse évaporer, à froid, dans l'air sec et décarbonaté, une dissolution de lithine.

Après dessiccation, à froid, sur plaques poreuses, les cristaux retiennent toujours un peu d'eau, et leur analyse donne de 3,4 à $3,5H^2O$ pour Li^2O. Mais on peut les dessécher dans un courant d'hydrogène sec à la température ordinaire, sans dépasser + 33°. Les cristaux sont alors bien secs, non effleurés, et leur formule est exactement : $LiOH, H^2O$.

En plaçant cet hydrate dans une nacelle de platine, et chauffant comme je l'ai indiqué plus haut, à 780°, dans un courant d'hydrogène sec, j'ai obtenu l'oxyde anhydre Li^2O en moins d'une heure.

Il présente exactement le même aspect que l'oxyde produit avec la lithine pure du commerce et contient 100 pour 100 de Li^2O.

En résumé, la simple déshydratation de la lithine ou de son hydrate, à 780°, donne l'oxyde anhydre Li^2O.

Je reviendrai prochainement sur quelques propriétés de cet oxyde et sur sa chaleur de formation.

---

(1) Je reviendrai plus tard sur les phénomènes, en apparence singuliers, qui se produisent lorsqu'on suit la déshydratation progressive de cette substance.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 1255.

MÉDECINE. — *Sur un nouveau procédé de diagnostic de la tuberculose chez l'homme par l'ophtalmo-réaction à la tuberculine.* Note de M. A. CALMETTE.

Von Pirket a signalé tout récemment que, lorsqu'on introduit une petite quantité de tuberculine dans une légère scarification faite sur la peau d'un sujet tuberculeux, déjà après 48 heures la petite plaie devient le siège d'une rougeur œdémateuse et l'on voit fréquemment apparaître sur celle-ci une sorte de papule qui ressemble à la fausse vaccine. Cette papule s'efface par dessiccation au bout de 8 jours et la rougeur disparaît (1). Chez les sujets sains, cette réaction cutanée à la tuberculine semble exceptionnelle.

Vallée (d'Alfort) (2) a indiqué que ce procédé de diagnostic de la tuberculose, auquel il propose de donner le nom de *cuti-réaction*, fournit les mêmes résultats chez les Bovidés, et qu'on peut y avoir recours alors même que ces animaux ont été éprouvés quelques jours auparavant par l'injection sous-cutanée de tuberculine.

J'ai eu, de mon côté, l'idée de rechercher, comme vient de le faire Wolf à Berlin, sur les Bovidés, si les muqueuses saines et, en particulier, la muqueuse oculaire qui absorbe avec tant de facilité certaines toxines microbiennes, végétales ou animales telles que la toxine diphtérique, l'abrine ou les venins, ne seraient pas susceptibles de présenter une réaction analogue au contact de la *tuberculine*.

Avec la collaboration de mes élèves, M. Breton et G. Petit, j'ai entrepris une première série d'expériences dans les services de clinique médicale du professeur Combemale et de clinique médicale infantile du professeur agrégé Deléarde aux hôpitaux de Lille.

Ces expériences ont été faites sur 25 sujets (enfants et adultes) dont 16 étaient tuberculeux et 9 atteints d'autres affections non tuberculeuses.

Le Dr Painblan a bien voulu nous prêter le concours de sa compétence éclairée en ophtalmologie pour la détermination des lésions observées.

Afin d'éviter les effets irritants de la glycérine sur la conjonctive, nous avons fait exclusivement usage d'une solution de tuberculine sèche, précipitée par l'alcool à 95°, dans l'eau distillée stérilisée. La solution était à 1 pour 100 et fraîchement préparée. On en instillait une goutte dans un seul œil à chaque sujet.

---

(1) *Deutsche medizinische Wochenschrift*, 23 mai 1907, p. 865, et 30 mai 1907, p. 905.

(2) *Comptes rendus*, 3 juin 1907, p. 1043.

Déjà 5 heures après l'instillation, parfois même après 3 heures, tous les tuberculeux présentent une congestion très apparente de la conjonctive palpébrale qui prend une teinte rouge vif et devient le siège d'un œdème plus ou moins intense. La caroncule se gonfle, rougit et se couvre d'un léger exsudat fibrineux.

L'injection vasculaire s'accentue peu à peu et s'accompagne de larmoiement. Au bout de 6 heures, la sécrétion fibrineuse devient plus abondante : elle se rassemble en filaments dans le cul-de-sac conjonctival inférieur.

Le maximum de la réaction a lieu entre 6 et 10 heures. Les sujets n'accusent aucune douleur : seulement un peu de gêne avec sensation de légère cuisson et quelques troubles de la vision en rapport avec l'abondance de l'exsudat. Il ne se produit pas de chemosis. La marche de la température n'est pas sensiblement modifiée.

Il est facile d'apprécier l'intensité de la réaction en examinant comparativement l'autre œil qui n'a pas reçu de tuberculine.

Chez les enfants après 18 heures, et chez les adultes après 24 à 36 heures, les phénomènes de congestion s'atténuent puis disparaissent.

Chez les sujets sains ou porteurs d'affections non tuberculeuses, l'installation de tuberculine reste complètement inoffensive. Tout au plus observe-t-on, de 1 heure 30 minutes à 3 heures après, une légère rougeur qui disparaît bientôt et ne s'accompagne ni de sécrétion fibrineuse ni de larmoiement.

Voici, brièvement résumé, l'état des malades chez lesquels nous avons noté une réaction très nettement *positive* dans tous les cas :

Hôpital de la Charité (Service de M. le Professeur Combemale).

1. Tuberculose pulmonaire à marche lente; deuxième stade. Ramollissement du sommet droit, actuellement apyrétique. Bacilles tuberculeux.
2. Tuberculose pulmonaire à marche lente; deuxième stade. Fièvre. Bacilles.
3. Tuberculose pulmonaire à marche lente. Induration du sommet droit. Pleurésie ancienne.
4. Tuberculose pulmonaire à forme bronchitique diffuse. Fièvre légère.
5. Tuberculose pulmonaire à marche aiguë; troisième stade. Cavernes.
6. Tuberculose pulmonaire à marche suraiguë, fébrile. Bacilles.
7. Tuberculose pulmonaire chronique. Hecticité.
8. Tuberculose pulmonaire; premier stade. Hémoptysie. Pas de bacilles.
9. Tuberculose pulmonaire; premier stade. Induration d'un sommet. Pas de bacilles.

10. Acromégalie et tuberculose pulmonaire; premier stade. Pas de bacilles.
11. Tuberculose pulmonaire; premier stade. Induration d'un sommet. Bacilles. Chlorose.

Hôpital Saint-Sauveur. — Enfants. (Service de M. le Professeur agrégé Deléarde).

12. Pleurésie tuberculeuse (examen cytologique positif).
13. Pleurésie tuberculeuse.
14. Tuberculose pulmonaire aiguë. Stade cavernulaire.
15. Bronchite supposée simple. Légère adénopathie trachéo-bronchique.
16. Tuberculose des ganglions bronchiques.

La réaction a été *négative* chez les malades suivants :

Hôpital de la Charité.

1. Sciatique et hémianesthésie hystérique.
2. Mal de Bright.
3. Tabes à la période d'incoordination.
4. Lymphangite et plaie de l'avant-bras.
5. Asystolie. Insuffisance mitrale et tricuspide.
6. Confusion mentale. Catatonie.
7. Sclérose cérébro-médullaire.

Hôpital Saint-Sauveur. — Enfants.

8. Grippe.
9. Rhumatisme aigu avec endocardite mitrale.

Dans un seul cas (n° 15) où la nature tuberculeuse de l'affection n'était pas soupçonnée, la réaction a été positive.

Ce phénomène, auquel je propose de donner le nom d'*ophtalmo-réaction à la tuberculine*, paraît être d'une grande sensibilité. Je crois qu'il mérite d'être étudié par les cliniciens, car sa constatation est extrêmement facile ; il apparaît beaucoup plus promptement que la *cuti-réaction*, puisque celle-ci ne se manifeste qu'après 48 heures et il ne provoque ni gêne durable ni douleur. En outre, autant qu'on en peut juger par les expériences rapportées ci-dessus, il ne semble présenter aucun des inconvénients ni des dangers de l'injection de tuberculine sous la peau.

Les médecins, qui éprouvent tant de difficultés à établir le diagnostic précoce des affections tuberculeuses ou à affirmer la guérison définitive d'anciennes lésions tuberculeuses, trouveront peut-être dans l'emploi de cette nouvelle méthode d'exploration un moyen simple, élégant et rapide de s'éclairer.

M. le Prince **Roland Bonaparte** rend compte des fêtes du bicentenaire de Linné, auxquelles il a assisté en qualité de délégué de l'Académie.

Il présente plusieurs Volumes relatifs à ces fêtes et une reproduction en héliogravure d'un portrait de Linné.

CORRESPONDANCE.

L'**Académie des Inscriptions et Belles-Lettres**, l'**Académie royale des Lincei**, l'**Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique**, l'**Académie royale des Sciences de Bavière** adressent leurs remercîments à l'Académie pour l'envoi d'un exemplaire de la Médaille commémorative de la première réunion de l'Association internationale des Académies.

L'**Université royale d'Upsal** remercie l'Académie de l'adresse qui lui a été envoyée à l'occasion des fêtes du bicentenaire de la naissance de Linné.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° Les publications envoyées par l'Académie royale des Sciences de Stockholm, et reproduisant des œuvres de Linné.

2° *La santé des Européens entre les tropiques*, par Alexandre Layet. (Présenté par M. Bouchard.)

3° *Notizie storiche su Luigi Chiozza con lettere inedite di Ch. Gerhardt ed altri chimici*, par Icilio Guareschi. (Présenté par M. A. Haller.)

4° *Études paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines*, par M. Charles Jacob.

5° *Manuel de l'Arbre*, par E. Cardot. (Publication du Touring Club de France.)

6° Mémoires concernant l'*Histoire naturelle de l'Empire chinois*, par des Pères de la Compagnie de Jésus, Tome V. Second Cahier.

7° *Skrifter af* Carl von Linné *utgifna af kungl. svenska Vetenskapsakademien* (Tome I, II, III, IV).

8° *Ricerche Lagunari,* per cura di G.-P. MAGRINI, L. DE MARCHI, T. GNESOTTO (7 fascicules).

9° *Résultats du voyage du S. Y. Belgica en* 1897-1898-1899.

10° CAROLI LINNÆI *Systema Naturæ.* (Édition du bicentenaire, publiée par la Société Royale des Sciences de Suède.)

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Daniel* (1907 *d*) *faite à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **J. GUILLAUME**, présentée par M. Lœwy.

Observation de la comète.

Date. 1907.	Temps moyen de Lyon.	Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Étoile.
Juin 15.....	14h25m53s	»	+2′29″,5	6	*a*
» 15.....	14.37.18	+0m17s74	»	13	*a*

Position de l'étoile de comparaison pour 1907,0.

Étoile.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorité.
a........	0h4m6s,37	+0s,26	+0°10′28″,6	+1″,7	A.G. Nicolajew, 11

Positions apparentes de la comète.

Temps moyen de Lyon.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
14h25m53s	»	»	+0°12′59″,8	+0,796
14.37.18	0h4m24s37	—9,544	»	»

Des nuages ont arrêté la série des mesures en déclinaison.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Giacobini* (1907 *c*) *faite à l'équatorial coudé de l'Observatoire de Lyon.* Note de M. **J. GUILLAUME**, présentée par M. Lœwy.

Observation de la comète.

Date. 1907.	Temps moyen de Lyon.	Δα.	Δδ.	Nombre de comparaisons.	Étoile.
Juin 8.....	10h11m25s	—0m3s,95	—12′16″,8	12:12	*a*

Position de l'étoile de comparaison pour 1907,0.

Étoile.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorité.
a....	$10^h 44^m 35^s,88$	$+0^s,07$	$+23^\circ 19' 55'',1$	$+2'',8$	A.G. Berlin, 4112

Position apparente de la comète.

Date. 1907.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
Juin 8........	$10^h 44^m 32^s,00$	$+9,623$	$+23^\circ 7' 41'',1$	$+0,694$

M. Luizet m'a assisté pour l'observation de cette comète qui est très faible (13ᵉ-14ᵉ gr.).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une méthode nouvelle pour résoudre plusieurs problèmes du développement d'une fonction arbitraire en séries infinies*. Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Émile Picard.

Désignons par $V_0(x), V_1(x), \ldots, V_k(x), \ldots$ une suite de fonctions d'une seule variable réelle x, continues dans l'intervalle donné (a, b) $(b > a)$, auxquelles s'applique le théorème général que j'ai établi dans mon Mémoire *Sur certaines égalités générales, etc.* [1].

Soient $f(x)$ une fonction intégrable dans l'intervalle (a, b), $\varphi(x)$ une autre fonction pouvant devenir infinie aux environs de certains points isolés de l'intervalle (a_1, b_1), intérieur à l'intervalle donné (a, b), mais telle que les intégrales

$$\int_{a_1}^{b_1} pf\varphi\, dx, \quad \int_{a_1}^{b_1} p\varphi V_k\, dx, \quad \int_{a_1}^{b_1} p\varphi^2\, dx,$$

p désignant une fonction donnée, positive et continue, aient un sens déterminé.

Ces conditions étant remplies, on a toujours le développement

$$\int_{a_1}^{b_1} pf\varphi\, dx = \sum_0^\infty A_k B_k, \qquad A_k = \frac{\int_a^b pf V_k\, dx}{\int_a^b p V_k^2\, dx}, \qquad B_k = \int_{a_1}^{b_1} p\varphi V_k\, dx.$$

(1) *Mémoires de l'Académie des Sciences de Saint-Pétersbourg*, t. XV, n° 7, 1904, n° 11.

Posons $\psi = \frac{1}{p}$, $a_1 = x_0 - \eta$, $b_1 = x_0 + \eta$, x_0 désignant une valeur quelconque de x, prise entre a et b, η un nombre positif que l'on peut choisir si petit qu'on le veut. On trouve, en vertu du théorème énoncé,

$$(1) \qquad \frac{1}{2\eta}\int_{x_0-\eta}^{x_0+\eta} f(x)\,dx = \sum_0^{\infty} \frac{A_k}{2\eta}\int_{x_0-\eta}^{x_0+\eta} V_k(x)\,dx.$$

En nous plaçant maintenant dans l'ordre des idées de Laplace et de Hermite, supposons qu'on puisse donner pour le terme général de la série

$$(2) \qquad \sum_0^{\infty} A_k V_k(x)$$

l'expression suivante, que j'appellerai *expression asymptotique de* $A_k V_k$:

$$(3) \qquad A_k V_k = W_k(x) + \alpha_k w_k(x),$$

où $W_k(x)$ et $w_k(x)$ sont des fonctions continues, dont la seconde satisfait à la condition

$$|w_k(x)| < Q,$$

Q désignant une quantité positive, finie et indépendante de k, α_k sont des constantes telles que la série $\sum |\alpha_k|$ converge.

On voit que *la recherche des conditions de convergence de la série* (2) *se ramène à celle de la série* $\sum W_k(x)$.

Supposons que cette série et, par suite, celle de (2) convergent uniformément.

Dans ce cas on trouve, en tenant compte de (1),

$$(4) \qquad \frac{1}{4\eta^2}\int_{x_0-\eta}^{x_0+\eta} dx \int_{x-\eta}^{x+\eta} f(\xi)\,d\xi = \sum A_k \frac{1}{4\eta^2}\int_{x_0-\eta}^{x_0+\eta} dx \int_{x-\eta}^{x+\eta} V_k(\xi)\,d\xi.$$

Remarquant maintenant qu'en vertu de l'hypothèse faite sur α_k et $w_k(x)$,

$$\lim_{\eta=0} \frac{1}{4\eta^2} \sum \alpha_k \int_{x_0-\eta}^{x_0+\eta} dx \int_{x-\eta}^{x+\eta} w_k(\xi)\,d\xi = \sum \alpha_k w_k(x_0),$$

supposons encore que

$$\lim_{\eta=0} \frac{1}{4\eta^2} \sum \int_{x_0-\eta}^{x_0+\eta} dx \int_{x-\eta}^{x+\eta} W_k(\xi)\,d\xi = \sum W_k(x_0).$$

Cette condition étant remplie, on trouve, en vertu de (3) et (4),

$$\sum A_k V_k(x_0) = \lim_{\eta=0} \frac{1}{4\eta^2} \int_{x_0-\eta}^{x_0+\eta} dx \int_{\eta-x}^{x+\eta} f(\xi)\, d\xi = \frac{f(x_0+0)+f(x_0-0)}{2}$$

en tout point $x = x_0$, où les expressions $f(x_0+0)$, $f(x_0-0)$ ont des valeurs déterminées [voir mon Mémoire *Sur la théorie des séries trigonométriques* (*Bull. de l'Acad. de Cracovie*, novembre 1903, p. 728, etc.)].

Tout se ramène à la recherche des expressions asymptotiques des fonctions $V_k(x)$ *conduisant à l'équation* (3), *où* $W_k(x)$, α_k *et* $w_k(x)$ *satisfont aux conditions tout à l'heure mentionnées.*

La plus simple solution de ce problème s'obtient, dans plusieurs cas, par l'extension d'une méthode de Liouville (1837) et de Bonnet (1852), employée aussi par Darboux en 1878, qui conduit, en général, à l'équation de la forme

$$A_k V_k = B_k \cos \xi_k x + \alpha_k w_k(x), \qquad W_k(x) = B_k \cos \xi_k x,$$

B_k et ξ_k étant des constantes. Dans ce cas on trouve, moyennant la méthode de Riemann,

$$\lim_{\eta=0} \sum \frac{1}{4\eta^2} \int_{x_0-\eta}^{x_0+\eta} dx \int_{x-\eta}^{x+\eta} W_k(\xi)\, d\xi = \lim_{\eta=0} \sum \left(\frac{\sin \xi_k \eta}{\xi_k \eta}\right)^2 W_k(x_0) = \sum W_k(x_0),$$

si la série $\sum W_k(x)$ converge uniformément.

Or, on peut démontrer que la recherche des conditions de convergence de cette dernière série se ramène à celle de certaines séries de Fourier dans le cas des fonctions de Legendre, de celles de Hermite et de Jacobi, de certaines classes de polynomes de Tchebicheff, des fonctions de Bessel et de Lamé, dans le cas général des fonctions de Sturm-Liouville (voir A. KNESER, *Mathemat. Annal.*, Bd. LVIII, LX et LXIII), qui se rencontrent dans le problème de refroidissement d'une barre hétérogène, ainsi que dans beaucoup d'autres cas.

Il ne reste qu'à employer la méthode classique de Dirichlet pour achever la solution du problème du développement d'une fonction arbitraire en séries procédant suivant lesdites fonctions.

Donc, une généralisation des méthodes classiques de Laplace-Hermite, Liouville, Bonnet, Riemann et Dirichlet, et l'application convenable de mon théorème énoncé au début de cette Note nous conduisent au théorème suivant, *qui aura lieu pour toutes les fonctions que nous venons de signaler :*

La série (2) *converge uniformément à l'intérieur de l'intervalle donné* (a, b) *et sa somme est égale à*

$$\frac{f(x+0)+f(x-0)}{2},$$

si la fonction donnée $f(x)$ *est une fonction à variation bornée* (voir JORDAN, *Cours d'Analyse*, t. I, 1893) *entre* a *et* b.

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces engendrées par une hélice circulaire.* Note de M. **BARRÉ**.

6. Pour terminer la série de questions relatives à la répartition des normales en chaque point d'une même génératrice, je me propose de trouver dans quels cas ladite normale rencontre une droite fixe ou est parallèle à un plan fixe. On est ainsi conduit aux trois théorèmes suivants :

THÉORÈME XI. — *Les surfaces engendrées par une hélice circulaire indéformable qui se meut en conservant la même direction d'axe, les cylindres de révolution et les surfaces* Γ *sont les seules dont les normales aux divers points de chacune des génératrices rencontrent une même droite parallèle à l'axe de la génératrice considérée.*

Ces normales restent en même temps parallèles à un plan fixe.

THÉORÈME XII. — *Les surfaces désignées dans le théorème précédent sont les seules pour lesquelles les normales aux divers points d'une même génératrice restent parallèles à un plan fixe.*

Remarque. — Il résulte immédiatement des théorèmes XI et XII qu'il y a réciprocité entre les deux propriétés qui en font l'objet : la normale aux divers points de chaque génératrice rencontre une parallèle à l'axe de celle-ci, d'une part, et reste parallèle à un plan fixe, d'autre part. Il résulte de là que la normale en question décrit un conoïde. C'est un rapprochement entre ces surfaces et les surfaces réglées (paraboloïde des normales).

Ces deux théorèmes sont d'ailleurs des cas particuliers du suivant :

THÉORÈME XIII. — *Si les normales aux divers points de chaque hélice génératrice rencontrent une droite fixe, elles rencontrent aussi une deuxième droite fixe. La surface est un cylindre de révolution, une surface* Γ *ou une surface engendrée par une hélice indéformable et inversement, toutes ces surfaces jouissent de la propriété citée.*

Le théorème XIII donne lieu aux remarques suivantes :

Remarques. — 1. Les génératrices des surfaces, objet du théorème XIII, sont indéformables ou douées d'une enveloppe.

2. Si l'une des deux droites dont il est question dans ce théorème disparaît à l'infini, l'autre devient parallèle à la génératrice. C'est le cas envisagé par les théorèmes XI et XII.

3. Nous avons fait au sujet des théorèmes XI et XII un rapprochement avec les surfaces réglées; le théorème XIII conduit en outre à un rapprochement avec certaines séries de surfaces cerclées, rapprochement qui résulte immédiatement du théorème suivant corollaire d'une proposition du Mémoire déjà cité : Pour que les normales aux divers points de chaque génératrice d'une surface cerclée rencontrent, outre l'axe de cette génératrice, une seconde droite fixe il faut et il suffit que le cercle générateur soit indéformable ou possède une enveloppe.

4. La démonstration directe de ce fait que les normales à la surface engendrée par une hélice indéformable aux divers points de chaque génératrice rencontrent deux droites fixes se ramène très simplement au théorème de Schönemann et Mannheim sur la propriété des normales aux surfaces trajectoires à un instant donné des divers points d'une figure indéformable. La surface engendrée par une hélice circulaire indéformable coïncide en effet avec les diverses surfaces décrites par chacun des points de cette hélice dans le déplacement à deux variables, constitué d'une part par le mouvement à un paramètre dont est animé l'hélice génératrice et d'autre part un mouvement hélicoïdal indépendant du premier et qui ne cesse de faire coïncider la génératrice avec elle-même dans chacune de ses positions. En appliquant le théorème précité aux divers points de la génératrice on trouve précisément notre proposition. Cette démonstration s'applique évidemment aux surfaces réglées et à celles engendrées par un cercle indéformable.

7. *Détermination de certaines surfaces par des propriétés imposées à ses hélices génératrices.*

Je vais d'abord énoncer une proposition dont le principal intérêt est qu'elle est liée à la solution du problème dont les résultats sont énoncés par les théorèmes qui suivent.

Théorème XIV. — *Les seules surfaces pour lesquelles la fonction* H *est rationnelle en* φ, $\sin\varphi$ et $\cos\varphi$ *sont :*

1° Les hélicoïdes, pour lesquels, d'ailleurs, la fonction H ne dépend que de t;

2° Certaines surfaces Φ.

Théorème XV. — *Les hélicoïdes sont les seules surfaces dont les trajectoires orthogonales des génératrices soient des géodésiques.*

Théorème XVI. — *Le cylindre de révolution est la seule surface dont les trajectoires* NON ORTHOGONALES *des hélices génératrices soient des géodésiques.*

Théorème XVII. — *Les hélicoïdes sont les seules surfaces telles qu'une famille de courbes faisant avec chaque génératrice un même angle, variable en général avec la génératrice considérée, soit constituée de géodésiques de la surface.*

Remarque. — La relation qui donne cet angle i est $(\varphi^2 + k_0^2)\cos i = \text{const.}$, généralisation de la formule de Clairaut pour la surface de révolution.

THÉORÈME XVIII. — *Les hélicoïdes sont les seules surfaces dont les hélices génératrices soient des cercles géodésiques.*

THÉORÈME XIX. — *L'hélicoïde engendré par la binormale à une hélice circulaire (ou, ce qui revient au même, une normale à une hélice circulaire liée invariablement à son trièdre principal) est la seule ayant pour asymptotiques les trajectoires orthogonales des hélices génératrices.*

Remarque I. — Ces trajectoires sont évidemment les génératrices rectilignes ci-dessus définies.

Remarque II. — Il est évident que l'hélicoïde gauche à plan directeur est un cas limite de ces surfaces.

THÉORÈME XX. — *Il n'y a pas* (¹) *de surfaces admettant les hélices génératrices (ou leurs trajectoires orthogonales) comme lignes de courbure.*

MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES. — *Sur l'intégration mécanique de l'hodographe.* Note de M. L. FILLOUX, présentée par M. Sebert.

Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (29 avril 1907), M. Jacob indique l'application du principe de la lame coupante de Pritz à un intégromètre qui permet d'aborder, entre autres problèmes, le calcul rigoureux de l'hodographe; nous avions, de notre côté, cherché un mécanisme résolvant également ce problème par la lame coupante.

Si l'on considère la tangente à l'hodographe en un point M, elle coupe la verticale passant par l'origine O en un point G, tel que $OG = \frac{g v}{f(v)}$.

Le mécanisme traceur comprend 2 tiges, OM et MG, articulées en M; la tige OM présente une glissière et se trouve astreinte à passer par l'origine O; la tige MG porte en M la lame coupante et s'appuie en G sur une came située dans un plan vertical perpendiculaire à celui de l'hodographe. Cette came représente la fonction $\frac{g v}{f(v)}$, et son mouvement est lié à celui de la tige OM, c'est-à-dire à v; MG s'appuie sur la came et se trouve donc dirigée d'une façon constante suivant la tangente à l'hodographe et M décrit cette courbe.

(¹) On laisse de côté la solution singulière constituée par l'hélicoïde imaginaire développable à élément linéaire carré parfait.

Nous avons également étudié plusieurs mécanismes ne comportant pas l'emploi de came et applicables aux formes suivantes de la loi de résistance de l'air :

(1) $$R = a(v - b),$$
(2) $$R = bv^n,$$
(3) $$R = a + bv^n,$$
(4) $$R = a + b \log v.$$

Les mécanismes relatifs aux lois (2), (3), (4), tracent les uns la courbe des retardations : $r = f(\theta)$, d'autres l'anamorphose de l'hodographe : $v = f(n\theta)$, qui donnent l'hodographe par transformation ponctuelle.

Le mécanisme relatif à la loi (1) offre un intérêt particulier en raison de l'importance de cette loi.

Sur le rayon OM de l'hodographe, prenons un point A tel que $OA = b$ et menons par A une verticale $AB = \frac{g}{a}$; MB sera la tangente à l'hodographe. OA et AB auront des longueurs constantes. Achevons le parallélogramme OABH ; H est un point fixe, HB une longueur constante : le mécanisme se compose donc d'un parallélogramme OAHB dans lequel le côté OH est fixe, le côté OA dirige la tige OM et le point G dirige la tige GM qui porte en M la lame coupante.

Nous avons étudié, en outre, un intégrateur comprenant une tige munie d'une lame coupante perpendiculaire à sa direction et permettant d'utiliser la propriété suivante des courbes en coordonnées polaires : la sous-normale est égale à la dérivée. On peut, à l'aide de cet intégrateur et de courbes analogues aux courbes isoclines de M. Massau, résoudre graphiquement les équations différentielles du premier ordre.

Enfin, nous avons considéré l'emploi d'une tige dont la longueur ρ est fonction de son orientation θ dans le plan suivant une loi :

$$\rho = \varphi(\theta).$$

Cette tige est munie à l'une de ses extrémités d'une lame longitudinale et à l'autre d'une lame transversale ; on voit que, si l'on fait varier θ, les lames traceront deux courbes conjuguées dont l'une sera la développée de l'autre, le rayon de courbure de celle-ci étant ρ ; or, de l'hodographe $v = f(\theta)$, on tire aisément $\rho = \varphi(\theta)$; le mécanisme à double lame est donc applicable au tracé continu de la trajectoire.

PHYSIQUE. — *Sur les déplacements des bandes d'absorption des cristaux sous l'action des variations de température.* Note de M. JEAN BECQUEREL, présentée par M. Poincaré.

Dans plusieurs Notes précédentes ([1]), on a vu que les bandes d'absorption des cristaux subissent un changement lorsque la température varie et deviennent plus fines et plus nettes aux basses températures. L'étude de la dispersion anomale aux environs d'un certain nombre de bandes a permis d'établir la loi de ce phénomène.

Il était important de rechercher si les variations de température produisent un déplacement des bandes dans le spectre. L'observation de quelques bandes fines du xénotime (et en particulier de la bande $522^{\mu\mu},1$ extrêmement sensible à l'action d'un champ magnétique) m'avait d'abord conduit à considérer les bandes comme gardant une position fixe. De nouvelles expériences ont montré que l'invariabilité observée pour certaines bandes du xénotime est un fait exceptionnel et que, dans le cas général, les bandes se déplacent sous l'influence de changements de température.

Les spectres de différents cristaux ont été photographiés au moyen d'un spectrographe à réseau plan de Rowland. En projetant sur la fente à différentes hauteurs l'image de la lame cristalline, on obtient, sans toucher au châssis, juxtaposés sur un même cliché les spectres qui correspondent à des températures différentes. La source de lumière étant une lampe à arc, quelques raies de l'arc servent de repères et permettent de comparer les positions des bandes.

Les bandes des cristaux de *tysonite* (fluorure de Ce, La, Di), de *parisite* (carbonate de Ce, La, Di, Ca avec fluor), de *monazite* (phosphate de Ce, La, Di, Th), bandes qui appartiennent au didyme, sont toutes plus ou moins *déplacées vers les petites longueurs d'onde lorsque la température s'abaisse*. Entre 25° et — 186° (air liquide) les déplacements sont en général de l'ordre de grandeur de $0^{\mu\mu},1$ à $0^{\mu\mu},2$; le plus grand changement a été observé pour les bandes $517^{\mu\mu},6$ de la tysonite et $518^{\mu\mu},9$ de la parisite : ces deux bandes qui semblent se correspondre dans des groupes dont la physionomie d'ensemble est la même se déplacent d'environ $0^{\mu\mu},37$.

Dans le xénotime (spectre de l'erbium) la plupart des bandes sont très

---

([1]) JEAN BECQUEREL, *Comptes rendus*, 25 février, 23 mars, 13 mai 1907.

peu variables et certaines paraissent fixes. *Les sens des déplacements ne sont pas les mêmes pour les diverses bandes sensibles aux variations de température.*

Voici quelques exemples de la grandeur des déplacements : dans un groupe du xénotime particulièrement net, situé dans le vert, les bandes $520^{\mu\mu},6$ et $521^{\mu\mu},5$ se déplacent d'environ $0^{\mu\mu},04$ à $0^{\mu\mu},05$ vers le violet lorsque le cristal est plongé dans l'air liquide; les bandes $523^{\mu\mu},6$, $524^{\mu\mu},2$, $524^{\mu\mu},6$ se déplacent de $0^{\mu\mu},03$ à $0^{\mu\mu},05$ vers le rouge; les bandes $521^{\mu\mu},1$ et $522^{\mu\mu},1$ paraissent fixes. Il existe dans d'autres groupes quelques bandes plus sensibles, notamment les bandes $487^{\mu\mu},7$ et $408^{\mu\mu},2$, qui se déplacent respectivement de $0^{\mu\mu},08$ et de $0^{\mu\mu},1$ vers le rouge.

Les principaux résultats de ces observations sont les suivants :

1° Les bandes d'absorption des cristaux se déplacent la plupart du temps vers les petites longueurs d'onde lorsque la température s'abaisse; toutefois dans le xénotime un grand nombre de bandes se déplacent dans le sens opposé.

Cette variabilité dans le sens du déplacement me semble un phénomène tout à fait inattendu.

2° Il ne paraît y avoir aucune relation entre les déplacements des bandes sous l'action d'un champ magnétique, c'est-à-dire d'après la théorie de Lorentz entre la grandeur du rapport de la charge à la masse des électrons absorbants, et entre les changements de longueur d'onde produits par les variations de température.

3° Il ne semble pas non plus y avoir de relation entre la largeur des bandes et leur déplacement.

4° Il est intéressant d'observer que les bandes qui se correspondent dans des groupes analogues de cristaux différents contenant une même substance subissent des déplacements tout à fait comparables et peut-être même identiques (bandes $517^{\mu\mu},6$ de la tysonite et $518^{\mu\mu},9$ de la parisite).

Je rappelle en terminant que l'influence de la température sur l'absorption a fait, depuis fort longtemps, l'objet des recherches d'un grand nombre de physiciens. Brewster observa le premier en 1831 que la transparence des solides change lorsqu'on les chauffe. Schönbein en 1852 montra que beaucoup de corps se colorent par échauffement et au contraire deviennent plus blancs à basse température (— 70°). Parmi les résultats obtenus depuis et les interprétations plus ou moins contradictoires qui en ont été données, je me bornerai à citer les expériences de M. Rizzo [1] et celles de M. Königsberger [2].

(1) G.-B. Rizzo, *Atti di Torino*, t. XXVI, 1891, p. 632-638.

(2) J. Königsberger, *Drudes Ann.*, t. IV, 1901, p. 796-810.

M. Rizzo a reconnu que les bandes des verres de cobalt, didyme, manganèse se déplacent vers le rouge lorsqu'on élève la température. D'après M. Königsberger, dans les solides possédant l'absorption sélective, une élévation de température produit un déplacement des bandes vers le rouge et accidentellement un léger élargissement, la grandeur du maximum d'absorption ne paraissant pas changer. Ce résultat s'appliquerait seulement aux bandes larges et les bandes relativement fines, telles que les bandes d'un verre de didyme, ne changeraient pas; ces conclusions sont en opposition avec les expériences de M. Rizzo.

Il était donc important d'obtenir des résultats plus certains et de donner des valeurs approchées des déplacements des bandes sous l'action des changements de température. Les cristaux contenant des terres rares, qui possèdent des bandes très remarquables, sont tout à fait favorables pour effectuer ces recherches, surtout si l'on abaisse la température afin d'augmenter la netteté de ces bandes.

SPECTROSCOPIE. — *Sur une nouvelle méthode de production des spectres de flamme des corps métalliques.* Note de MM. **G.-A. Hemsalech** et **C. de Watteville**, présentée par M. Lippmann.

Au cours d'une expérience où il faisait passer du gaz d'éclairage dans un ballon au milieu duquel on pouvait produire une étincelle électrique entre des électrodes de cuivre, l'un de nous avait remarqué qu'une flamme alimentée par ce gaz se colorait en vert aussitôt qu'on faisait éclater une étincelle de capacité ([1]). Le gaz, après avoir quitté le ballon, avait, avant d'être enflammé, à parcourir un tuyau de caoutchouc de $0^m,50$ de longueur environ et de 4^{mm} de diamètre intérieur : il était donc évident que les particules, arrachées aux électrodes par suite de l'explosion de l'étincelle, se trouvaient assez nombreuses et aussi suffisamment petites pour être entraînées par le gaz à une distance relativement grande. L'étincelle de self-induction ne produisait pas cette coloration de la flamme : dans ce cas, on le sait, la décharge n'est pas aussi brusque et explosive que dans celui de l'étincelle de capacité et, par conséquent, la projection de matière n'est pas abondante; elle est localisée dans un espace relativement restreint, entre les électrodes métalliques, et sert de pont conducteur aux oscillations.

Enfin, le fait suivant a été observé par le second d'entre nous. Des électrodes étaient fixées au-dessus des cônes bleus d'une série de petites flammes élémentaires produites par un brûleur alimenté par un mélange de gaz et d'air ([2]). Lorsqu'on faisait éclater

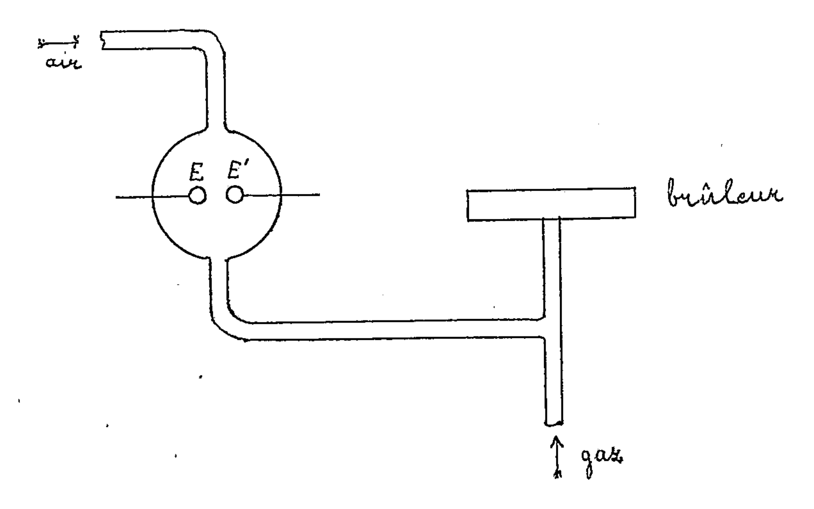
---

([1]) G.-A. Hemsalech, *Manchester Memoirs,* vol. XLVIII, part II, 1904.

([2]) C. de Watteville, *Phil. Trans.,* série A, vol. CCIV, 1904, p. 146.

des étincelles de capacité entre les électrodes, on constatait aussitôt, dans le spectre de la flamme, la présence, à partir de la base de celle-ci, de raies dues au métal des électrodes, ce qui indiquait la projection de la matière jusqu'aux orifices du brûleur et son état de pulvérisation suffisant pour permettre la production d'un spectre de raies par la chaleur de la flamme.

Guidés par ces faits d'observation, nous avons établi une méthode très simple pour obtenir les spectres de flamme des métaux.



Un ballon, contenant les électrodes E et E′ du métal qu'on veut étudier, est intercalé sur le trajet du courant d'air qui produit dans le brûleur la combustion complète du gaz. On fait éclater entre E et E′, pendant toute la durée de l'expérience, des étincelles au nombre de dix, environ, par seconde, fournies par un condensateur de *forte* capacité. Dans ces nouvelles expériences, nous avons constaté que le spectre se compose des *mêmes éléments* que lorsqu'on utilise la méthode de M. Gouy. Nous citerons comme exemples le cas du fer, du plomb et de l'étain. Nous avons remarqué, de plus, que la quantité de matière arrachée aux électrodes, après une expérience de quelques heures, est faible et même, pour certains métaux, difficile à évaluer.

En résumé, cette méthode, qui évite des manipulations chimiques et des nettoyages d'appareils, offre l'avantage que fournit celle du pulvérisateur, de donner le spectre de flamme le plus riche en raies que l'on connaisse, tout en ne nécessitant l'emploi que d'une quantité très petite de matière. Nous avons commencé à utiliser ce procédé pour l'étude des spectres de flamme des métaux très précieux dont on ne pourrait se procurer facile-

ment une assez grande quantité de sel, et des corps tels que le silicium dont les seuls composés solubles, les silicates, sont d'un emploi peu commode.

PHOTOGRAPHIE. — *La microphotographie en couleur avec les plaques autochromes de MM. A. et L. Lumière.* Note de M. **Ch.-A. François-Franck**, présentée par M. Dastre.

Les plaques autochromes de MM. A. et L. Lumière se prêtent aisément aux reproductions microphotographiques : toutes les nuances des pièces histologiques sont fidèlement rendues, comme le sont les couleurs de tout autre objet et avec une égale facilité; un seul cliché y suffit.

Nous en avons fait tout d'abord l'essai au mois de mars dernier, dans le laboratoire et sous la direction de M. Auguste Lumière, à Lyon, où je m'étais rendu avec deux de mes assistants pour étudier sur place la technique de la microphotographie en couleur. Nos clichés microphotographiques sont, je crois, les premiers qui aient été obtenus par ce procédé, aucune plaque autochrome n'étant encore sortie des ateliers Lumière à cette époque.

Ces premiers résultats nous ont engagé à poursuivre à Paris, dans notre laboratoire du Collège de France qui possède un bon outillage microphotographique, les recherches entamées à Lyon; nous avons étudié un grand nombre de préparations avec l'assistance de Mlle L. Chevroton, spécialement chargée du service photographique.

Ainsi ont été reproduites, à l'arc voltaïque, dans tous leurs détails de coloration, à des agrandissements variant de 30 à 1000 diamètres et au delà, des pièces polychromes préparées dans mon laboratoire ou confiées par diverses personnes : à titre de spécimens, j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie quelques-uns de nos clichés en couleur, pris dans des séries très variées et démontrant la netteté du coloris, quelles que soient les teintes des pièces originales.

En regard de ces plaques colorées, j'ai l'honneur de présenter, d'une part, les diapositives de projection correspondantes sur ton noir ou sur ton chaud, et, d'autre part, les tirages sur papier des négatives ayant fourni les plaques de projection ordinaires.

La comparaison est tout à l'avantage des plaques polychromes.

Les préparations qui exigent *la lumière polarisée* sont tout aussi facilement reproduites que les pièces histologiques colorées. Je montre, comme types, des agrandis-

sements sur plaques autochromes de cristaux de Gneiss du mont Blanc, avec tous les détails de leurs reflets irisés visibles au microscope : l'examen comparatif de ces pièces en lumière polarisée et des clichés correspondants établit la fidélité de la reproduction microphotographique sur plaques autochromes.

Il y a donc là une ressource précieuse pour les recherches microphotographiques. Les démonstrations par la projection de diapositives dont la coloration a été automatiquement réalisée ne peuvent que gagner en précision et en vérité; elles écartent le danger trop réel du surchauffage des pièces originales souvent sacrifiées ainsi. L'étude elle-même des préparations agrandies gagne en facilité et en rapidité; le dessin à la chambre claire, avec addition à la main de couleurs reproduisant difficilement la couleur et la localisation des teintes de la préparation étant supprimé dans la plupart des cas, c'est une garantie d'authenticité associée à une économie de temps et de fatigue oculaire.

Si l'agrandissement sur plaque unique ne suffit pas à fournir une notion satisfaisante des différents plans d'une même pièce, ce qui arrive fréquemment, les plaques autochromes peuvent être utilisées pour les vues stéréoscopiques avec les microscopes binoculaires tels que la loupe de Zeiss, qui nous a fourni de bons clichés avec l'écartement stéréoscopique normal et la sensation de relief avec pénétration beaucoup plus nette avec les autochromes qu'avec les diapositives noires ou tons chauds.

Dans les cas examinés (agrandissements faibles ou importants de pièces polychromes, polarisation, stéréoscopie) les résultats ont été obtenus aussi simplement qu'avec des plaques ordinaires ortho, antihalo et panchromatiques. L'interposition d'un écran spécial ne complique en rien les opérations, puisqu'il est de règle d'employer un écran coloré variable en microphotographie; le développement et l'inversion, dont MM. Lumière ont précisé la formule, se font très aisément et en toute sécurité si l'on se conforme aux principes établis; en moins d'une demi-heure la plaque est prête pour la projection.

Le temps de pose est, comme toujours, un élément variable et difficile à apprécier *a priori*, la pratique seule peut guider : contrairement à ce que l'on pouvait prévoir, étant donné qu'avec l'écran coloré Lumière, en opérant avec les appareils ordinaires à f 8 en plein éclairage solaire, on admet une seconde de pose, la durée de l'exposition pour les microphotographies à l'arc voltaïque, même avec des pièces peu transparentes et un fort diaphragme, n'a jamais dépassé 60 secondes dans nos expériences; avec des pièces de transparence moyenne 10 à 15 secondes sont très suffisantes; avec des préparations très fines et translucides, pour un faible agrandissement, 12 secondes à une bonne exposition (cliché de Daphnies).

Ces essais, que nous poursuivons avec des sources lumineuses variées,

suffisent à montrer déjà que les plaques autochromes constituent, pour la microphotographie en couleur, une précieuse acquisition [1].

CHIMIE. — *Remarque relative à la recherche du calcium.* Note de **M. H. Baubigny**, présentée par M. Troost.

Dans une Note [2] publiée par F. Flanders en 1906, sous le titre *Nouvel essai qualitatif pour le calcium*, l'auteur dit avoir été amené, en raison de la difficulté de déceler le calcium en présence du baryum et du strontium, à chercher une réaction propre à ce métal.

A ce sujet, Flanders signale l'emploi du ferrocyanure de potassium en présence d'une forte quantité de sel ammoniac, comme donnant d'excellents résultats, et il s'étonne qu'en raison de sa sensibilité cette réaction n'ait pas encore été mise en pratique pour cet usage. Il donne alors le mode opératoire.

Je demande la permission de rappeler que dans un article publié en 1895 [3], *Sur les caractères analytiques d'un mélange de baryum, strontium, calcium*, j'ai déjà indiqué pour déceler le calcium cet emploi du ferrocyanure après saturation de la liqueur par du sel ammoniac, sans omettre la nécessité d'éliminer préalablement le baryum, qui, dans les mêmes conditions, quoique avec une sensibilité moindre, se comporte et précipite comme le calcium.

---

(1) Les clichés polychromes accompagnant cette Note ont été fournis par les préparations histologiques suivantes :

Cristaux du Gneiss (lumière polarisée). Coupe longitudinale de colonne vertébrale d'embryon en voie d'ossification (M. Oxner). Cancer du sein, début (M. Borrel). Coupe d'intestin de grenouille montrant l'absorption des graisses (Mlle Cernovodeanu et M. Victor Henri). Coupe de rein de lapin en état d'hypersécrétion (MM. Lamy, Mayer et Rathery). Coupe d'intestin de Salamandre (M. Guieysse). Coupe de membrane limitante operculaire de tanche. Coupe d'alevin. Daphnies colorées *in vivo*. Palette branchiale et natatoire de Branchippe.

(2) *Journ. amer. chem. Soc.*, t. XXVIII, p. 1509.

(3) *Bull. Soc. chim. Paris*, 3e série, t. XIII, p. 326.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le poids atomique absolu du manganèse.* Note de M. **Gustavus-D. Hinrichs**, présentée par M. Armand Gautier.

MM. Baxter et Hines ont récemment fait des expériences très soignées pour la détermination du poids atomique du manganèse ([1]). Ces auteurs trouvent les valeurs moyennes de 54,951 à 54,959. Le poids atomique du manganèse serait donc de 0,049 à 0,041, soit de 0,05, au-dessous de la valeur exacte 55.

Examinons les données de MM. Baxter et Hines par notre méthode de calcul directe et absolue. L'*excès analytique* étant la valeur décisive, nous l'employons ici, renvoyant faute de place pour les nombres obtenus par ces auteurs à la publication citée.

Série I. — Rapport atomique $\frac{2\,Ag}{Mn\,Br^2} = \frac{216}{215} = 1.00465$; changement -47; variation 2,13 ([2]).

Numéros :	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Matière...........	A	A	C	C	A	C	B
Excès analytique..	—3	—1	—3	—4	0	0	5

Numéros :	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.
Matière...........	A	B	B	B	C	D	D	D
Excès............	—1	—5	—2	1	—3	2	—1	3

La concordance des expériences de MM. Baxter et Hines exprimée par la petitesse des excès analytiques est très remarquable, oscillant entre 5 et —5 de la cinquième décimale du rapport analytique *argent : bromure de manganèse*. La moyenne des excès analytiques n'est que —1 à la cinquième décimale. Comme la variation est 2,13, soit $\frac{2}{1000}$, le poids atomique correspondant à la valeur moyenne des rapports analytiques sera 55,002. L'oscillation totale 10 de ces rapports (excès de 5 à —5) correspond à 10 fois la variation 2,13, soit $\frac{21,3}{1000}$; on voit que l'excès trouvé de $\frac{2}{1000}$ pour la moyenne est tout à fait en dedans des limites des erreurs expérimentales, c'est-à-dire au-dessous de la précision atteinte. La valeur déterminée est donc 55,000. Donc 55 *est exactement la valeur du poids atomique absolu du manganèse* d'après les 15 déterminations de la première série de MM. Baxter et Hines, soumises à notre méthode de calcul qui n'introduit aucune valeur étrangère aux expériences.

([1]) *Phys. chem. Centralblatt,* t. III, 1906, p. 724-726; tiré du *Journal Amer. Chem. Society,* vol. XXVIII.

([2]) Tous ces termes ont été définis plusieurs fois dans nos Notes antérieures. Les valeurs prises absolues sont : Ag = 108, Br = 80, Mn = 55.

Pour la matière A tirée du permanganate (nos 1, 2, 5, 8) la somme des quatre excès analytiques est —5, dont la moyenne est $-1\frac{1}{4}$, correspondant à une déviation du poids atomique de + 0,0023 de la valeur absolue 55. De même, pour les nos 7, 9, 10, 11 de la matière B (aussi tirée du permanganate) ces nombres sont : — 1, $-\frac{1}{4}$ et + 0,0005.

Pour les quatre expériences (nos 3, 4, 6, 12) de la matière C originaire de la pyrolusite naturelle les valeurs sont — 10, $-2\frac{1}{2}$ et + 0,0053.

Pour les D (nos 13, 14, 15), tirées d'un sulfate commercial, nous trouvons les nombres + 4, $+1\frac{1}{3}$ et — 0,0028.

Il est aussi intéressant qu'important d'observer que ces déviations des moyennes de la valeur absolue Mn = 55 ne sont pas seulement très minimes, mais varient en grandeur, *et même en signe*, avec le degré de pureté ou la provenance de la matière examinée; ce qui démontre une fois de plus le caractère accidentel de ces déviations et confirme la valeur absolue du poids atomique Mn 55 exactement.

Série II. — Rapport atomique $\frac{2\,AgBr}{MnBr^2} = \frac{376}{215} = 1,74884$; changement (pour 0,1 dans Mn) — 82; donc la variation est + 1,22.

Les seize expériences (nos 16 à 31) donnent les excès analytiques suivants :

Numéros :	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.
Excès.....	— 3	0	3	1	8	5	— 7	2
Numéros :	24.	25.	26.	27.	28.	29.	30.	31.
Excès.....	6	— 5	7	15	9	8	18	9

La concordance est beaucoup moindre dans la série II avec *deux* binaires que dans la série I où nous avions seulement *un* binaire. La réaction est ici trop complexe (voir *True atomic Weights*, 1894, p. 140-144).

L'excursion totale est — 7 à 18, soit 25; c'est 2 fois et demie la valeur de la série I. L'excès moyen est de + 4,75, correspondant à — 5,8 millièmes dans le poids atomique, lequel serait donc Mn = 54,9942, soit 54,994.

Les séries III et IV comprennent huit déterminations chacune, des nos 32 à 38 et de 39 à 45. Les excès sont tous au-dessus (de 15 à 24 dans III et de 10 à 33 dans IV); c'est confirmatoire de l'infériorité bien connue de la réaction des chlorures [1]. Il ne sera donc pas nécessaire d'entrer dans les détails de ces expériences. On doit définitivement abandonner les méthodes chimiques défectueuses (*Absolute atomic Weights*, 1901, p. 90-91).

---

[1] Voir *True atomic Weights*, 1894, p. 121-128.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide arsénique et les acides méthylarsiniques.* Note de MM. **E. Baud** et **A. Astruc**, présentée par M. A. Ditte.

Dans une Note présentée à l'Académie, dans la séance du 18 juillet 1904 [1], nous avons donné pour chaleurs de substitution du sodium à l'hydrogène des groupes hydroxyles de l'acide monométhylarsinique, les valeurs suivantes :

$$O = As\begin{cases}CH^3\\ OH\\ OH\end{cases} \text{sol.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + O = As\begin{cases}CH^3\\ O\,Na\\ OH\end{cases} \text{sol} \ldots\ldots + 46^{Cal},37$$

$$O = As\begin{cases}CH^3\\ O\,Na\\ OH\end{cases} \text{sol.} + \text{Na sol.} = \text{H gaz} + O = As\begin{cases}CH^3\\ O\,Na\\ O\,Na\end{cases} \text{sol} \ldots\ldots + 43^{Cal},04$$

dont la moyenne est $+ 44^{Cal},705$.

Nous avons poursuivi ces recherches de manière à pouvoir comparer les nombres ci-dessus à ceux fournis par l'acide arsénique et par l'acide diméthylarsinique ou cacodylique.

Nous avons opéré de la même manière que pour l'acide monométhylarsinique, c'est-à-dire que nous avons déterminé les chaleurs de dissolution de l'acide pur et des sels sodiques anhydres, ainsi que les chaleurs de neutralisation de l'acide dissous par une, deux ou trois molécules de soude en solution [2].

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 212.

[2] Bien que n'ayons pu isoler l'acide arsénique pur $As\,O^4\,H^3$, nous avons admis que sa chaleur de dissolution était nulle, parce qu'elle doit être comprise entre les chaleurs de dissolution des hydrates $As^2O^5, 4\,H^2O$ et $As^2O^5, 1,5\,H^2O$ qui sont respectivement de $-2^{Cal},514$ et de $+2^{Cal},306$.

L'arséniate trisodique a été obtenu par déshydratation du sel cristallisé vers 350°. Pour nous assurer qu'il n'avait pas subi de modification moléculaire susceptible de fausser les mesures thermiques, nous avons ajouté à la solution de ce sel, dans le calorimètre, de l'azotate d'argent en quantité calculée pour précipiter exactement tout l'arsenic à l'état d'arséniate triargentique.

D'autre part, nous avons préparé dans le calorimètre une solution d'arséniate trisodique par addition de soude à de l'acide arsénique et nous avons versé dans le mélange de l'azotate d'argent. Dans les deux cas, le dégagement de chaleur rapporté à une molécule d'arséniate trisodique a été le même ($+ 16^{Cal},25$). L'arséniate trisodique préparé à 350° est donc bien le même, au moins à l'état dissous, que celui obtenu à froid.

C'est ainsi que nous avons obtenu pour l'acide arsénique :

	Cal
$AsO^4H^3_{sol.} + Na_{sol.} = H_{gaz} + AsO^4NaH^2_{sol.}$	$+57,15$
$AsO^4NaH^2_{sol.} + Na_{sol.} = H_{gaz} + AsO^4Na^2H_{sol.}$	$+45,87$
$AsO^4Na^2H_{sol.} + Na_{sol.} = H_{gaz} + AsO^4Na^3_{sol.}$	$+40,76$

dont la moyenne est de $+ 47^{Cal},92$.

Les valeurs correspondantes pour l'acide phosphorique sont $+ 60^{Cal},60$, $+ 49^{Cal},20$ et $38^{Cal},33$ dont la moyenne est $+ 49^{Cal},38$ (1).

L'acide arsénique est donc un peu moins acide que l'acide phosphorique, mais la différence est relativement assez faible.

Nous avons trouvé pour l'acide cacodylique :

$$O = As\begin{cases}CH^3\\CH^3_{sol.}\\OH\end{cases} + Na_{sol.} = H_{gaz} + O\,As\begin{cases}CH^3\\CH^3_{sol.}\\ONa\end{cases} \ldots\ldots\ + 41^{Cal},72$$

Ce qui donne, en résumé :

	Cal
1° Pour l'acidité moyenne de l'acide arsénique	$+47,92$
2° Pour l'acidité moyenne de l'acide monométhylarsinique.	$+44,705$
3° Pour l'acidité de l'acide cacodylique................	$+41,72$

La fixation d'un groupe CH^3 à l'atome d'arsenic diminue donc l'acidité de l'acide arsénique de $3^{Cal},22$ et la fixation d'un second groupe l'abaisse encore d'une quantité à peu près égale : $2^{Cal},98$.

Ces nombres sont parfaitement d'accord avec la règle proposée par M. de Forcrand, relativement à l'acidité des alcools. [*Valeur thermique de la fonction hydroxyle* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1620-1900). — *Sur l'acidité des alcools* (*Comptes rendus*, t. CXXX, p. 1758-1900).]

Le groupe CH^3 diminue l'acidité de $5^{Cal},63$, lorsqu'il est uni directement à l'hydroxyle ; mais, lorsqu'il est relié à ce dernier, par l'intermédiaire d'atomes ou de radicaux, son influence n'est plus que $\overline{0,56}^n$ de son influence normale, *n* étant le rang dans la chaîne, compté à partir du groupement fonctionnel.

Pour l'acide monométhylarsinique

$$CH^3 - \underset{\underset{O}{\|}}{As}\begin{cases}OH\\OH\end{cases}$$

(1) De Forcrand, *Comptes rendus*, t. CXV, 1892, p. 611.

$n = 1$ étant l'influence du groupe CH^3 doit être :

$$-0,56 \times 5^{Cal},63 = -3^{Cal},178$$

ce qui donne pour l'acidité moyenne calculée

$$47^{Cal},92 - 3^{Cal},178 = 44^{Cal},742,$$

au lieu de $44^{Cal},70$ trouvé expérimentalement.

Pour l'acide diméthylarsinique ou cacodylique, l'influence des deux groupes CH^3 sera $-0,56 \times 5^{Cal},63 \times 2 = -6^{Cal},356$ et l'acidité calculée sera $47^{Cal},92 - 6^{Cal},356 = 41^{Cal},564$, tandis que l'expérience donne $41^{Cal},72$.

La règle établie par M. de Forcrand pour les alcools se vérifie donc bien avec des corps assez différents, tels que les acides arsénique, monométhylarsinique et diméthylarsinique [1].

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'action du fluor sur le sélénium en présence du verre.* Note de M. PAUL LEBEAU, présentée par M. A. Ditte.

Dans les conclusions de ma dernière Note [2] sur l'action du fluor sur le sélénium, j'ai exprimé l'opinion que l'hexafluorure de sélénium décrit par M. Prideaux [3] pouvait être un oxyfluorure. Sir William Ramsay [4] ayant présenté quelques objections contre cette affirmation, je me crois obligé de donner dès aujourd'hui quelques explications complémentaires, bien que mon travail ne soit pas encore terminé.

Je m'empresse de reconnaître que j'aurais pu exprimer plus exactement ma pensée en disant que l'hexafluorure de M. Prideaux pouvait être un mélange d'oxyfluorures ou de fluorure et d'oxyfluorure de sélénium. La densité de ce gaz ne correspondant pas à la densité de $SeOF^4$ ni à celle de SeO^2F^2, je ne pouvais songer à l'identifier avec l'un ou l'autre de ces composés. J'avais d'ailleurs trouvé moi-même une densité très voisine de celle donnée par ce savant. Si, malgré ce fait et malgré les intéressantes

(1) Nous publierons dans un Mémoire plus étendu les détails de ces déterminations, ainsi que les résultats acidimétriques.

(2) P. LEBEAU, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1042.

(3) PRIDEAUX, *Chemical Society*, t. LXXXIX, 1906, p. 316.

(4) Sir WILLIAM RAMSAY, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1196.

observations physico-chimiques signalées par M. Prideaux entre les hexafluorures de soufre, de sélénium et de tellure, j'ai cru devoir faire quelques réserves sur la véritable nature du gaz résultant de l'action du fluor sur le sélénium en présence du verre, c'est à cause de deux raisons principales, l'une d'ordre physique, l'autre d'ordre chimique.

En soumettant au fractionnement le gaz provenant de plusieurs préparations de manière à recueillir dans différents flacons les produits plus ou moins volatils j'ai constaté des différences appréciables dans les valeurs des densités des produits de tête et de queue.

Le gaz des flacons de tête a une densité correspondant bien à SeF^6. J'ai trouvé 6,65, 6,58 et 6,72 au lieu de 6,59, densité théorique. Mais les derniers flacons contiennent une quantité suffisante d'un gaz plus léger pour donner une densité nettement inférieure. J'ai obtenu pour les flacons de queue provenant de trois fractionnements différents les nombres 6,28, 6,40 et 6,44.

Au point de vue chimique, j'ai également trouvé des compositions différentes. L'analyse quantitative de ces gaz présente de grandes difficultés et je n'ai pu obtenir de résultats satisfaisants qu'en faisant appel à de nouvelles méthodes. C'est grâce à l'emploi des métaux ammoniums pour le dosage du fluor et du sélénium, que j'ai pu obtenir des résultats exacts. La décomposition par la chaleur dans des tubes de silice nous a fourni un moyen rapide d'évaluer le fluor à l'état de fluorure de silicium. Je me propose d'exposer l'ensemble de ces recherches dans une prochaine Communication.

Sir William Ramsay attribue au rôle réducteur du cuivre la formation du tétrafluorure en présence de ce métal. Sur ce point, il m'apparaît que cette explication n'est pas suffisante. Outre que ce rôle réducteur n'intervient pas dans des conditions analogues lors de la formation de l'hexafluorure de soufre, j'ai préparé également le tétrafluorure de sélénium dans un appareil en platine qui ne présentait pas trace d'attaque après l'expérience. Enfin, ce tétrafluorure se forme aussi dans l'action du fluor sur le sélénium en présence du verre. On observe, au delà de la partie du tube où se produit la combustion, la condensation d'un liquide incolore qui disparaît peu à peu en corrodant le verre, et en laissant un produit blanc pulvérulent analogue à celui qu'a décrit M. Prideaux.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la solubilité de l'alumine dans le sulfure d'aluminium et de la magnésie dans le sulfure de magnésium.* Note de M. **Marcel Houdard**, présentée par M. A. Ditte.

La reproduction de l'alumine cristallisée a été l'objet de nombreuses recherches; les expériences célèbres d'Ebelmen, de Sainte-Claire Deville et Caron, d'Hautefeuille, Debray, Frémy et Feil, de Daubrée et de De Sénarmont, ont permis à ces savants de réaliser cette synthèse. Moissan, en chauffant au four électrique de l'alumine amorphe, a obtenu une masse fondue, cristalline, dont la surface présentait des pointements de cristaux très bien formés. Enfin Verneuil a préparé des rubis de plusieurs carats en fondant un mélange d'alumine et d'oxyde de chrome au moyen du chalumeau oxhydrique, en se plaçant dans des conditions particulières.

Pendant le cours des recherches que nous avons entreprises sur les sulfures fusibles à haute température, il nous a été donné de constater que, si l'on fond au four électrique du sulfure d'aluminium sans prendre de précautions spéciales afin d'éviter sa décomposition par l'humidité de l'air, la matière fondue, attaquée par l'acide chlorhydrique étendu, abandonne un résidu insoluble d'alumine cristallisée.

Nous avons alors préparé un mélange de 10g de sulfure et de 5g d'alumine amorphe, et nous l'avons chauffé 4 minutes au four électrique au régime de 600 ampères et de 90 volts. La masse fondue que nous avons obtenue a été attaquée par l'acide chlorhydrique; l'analyse quantitative des cristaux libérés nous a donné les nombres suivants :

Al^2O^3 pour 100......... 98,16 98,92

Cette alumine contient de minimes quantités de fer; elle est insoluble dans les acides chlorhydrique, azotique, fluorhydrique concentrés. La potasse fondue l'attaque lentement; le mélange d'azotate et de carbonate de potasse est presque sans action; seul le bisulfate maintenu en fusion la dissout assez rapidement. Les cristaux obtenus par cette méthode sont de très petites dimensions; la cristallisation est confuse, en raison de la grande vitesse du refroidissement.

Afin de préparer des cristaux plus nets nous avons cherché à retarder la solidification et nous avons opéré en présence d'une plus grande quantité de dissolvant. Le mélange, constitué par 25g de sulfure et 5g d'oxyde, a été placé dans un petit creuset de charbon, fermé par un couvercle entrant à frottement doux, et introduit lui-même dans un grand creuset couvert; l'espace annulaire, entre les deux creusets, a été rempli de coke de pétrole pulvérisé. Dans ces conditions, il est nécessaire de chauffer au moins pendant 5 minutes, en employant un arc de 600 ampères et 90 volts, pour atteindre la fusion complète. Grâce à ces précautions la masse a pu refroidir assez lentement. Les cristaux que nous avons obtenus ainsi sont beaucoup mieux formés et de

dimensions plus grandes que les premiers. Par l'examen au microscope nous avons pu reconnaître que cette alumine était rhomboédrique, et que, placée entre les nicols, elle agissait sur la lumière polarisée.

Les essais que nous avons entrepris pour colorer cette alumine ne nous ont fourni que des cristaux incolores; nous avons retrouvé le chrome à l'état de métal carburé. Dans ce milieu réducteur l'alumine ne prend aucune coloration.

Magnésie. — La magnésie cristallisée, que l'on rencontre dans la nature sous forme de périclase, est cubique ; les cristaux obtenus par Ebelmen (1), Sainte-Claire Deville (2), Debray (3), Bruegelmann (4), Otto et Kloos (5), Moissan (6) et de Schulten (7), appartiennent au même système cristallin, tandis que ceux que Dumas (8) a rencontrés dans le chlorure de magnésium, fondu et partiellement décomposé, sont constitués par des lamelles hexagonales. Le sulfure de magnésium amorphe, étant encore plus altérable à l'air humide que le sulfure d'aluminium, si l'on fond ce composé au four électrique, le produit que l'on obtient renferme de la magnésie cristallisée.

Nous avons répété cette expérience en employant le dispositif décrit pour l'alumine, et en chauffant un mélange de 25^g de sulfure et de 5^g d'oxyde pendant 10 minutes, au régime de 600 ampères et 90 volts. La masse fondue attaquée par l'acide chlorhydrique étendu, laisse un résidu de cristaux présentant la composition suivante :

MgO pour 100 : 99,12 ; 98,93.

M. Ditte (9) a indiqué les variations de densité de la magnésie calcinée à différentes températures et décrit les changements de propriété correspondants. Nous avons déterminé la densité à 0° des cristaux que nous avons obtenus; les nombres trouvés sont les suivants :

$$D_0 = 3,579;\ 3,582.$$

Ces nombres sont supérieurs à ceux que M. Ditte a donnés pour la den-

(1) Ebelmen, *Comptes rendus*, t. XXXIII, 1851, p. 525, et *Jahresb.*, 1851, p. 15.
(2) Deville, *Comptes rendus*, t. LIII, 1861, p. 199 et 1267, et *Jahresb.*, 1861, p. 7.
(3) Debray, *Comptes rendus*, t. LII, 1861, p. 985, et *Jahresb.*, 1861, p. 8.
(4) Bruegelmann, *Zeit. anal. Chem.*, t. XXIX, 1890, p. 123.
(5) Otto et Kloos, *Berichte chem. Gesell.*, 1891, p. 1480.
(6) Moissan, *Le Four électrique*, p. 34.
(7) De Schulten, *Bull. Soc. Min.*, t. XXI, 1898, p. 87, et *Soc. chim.*, 3e série, t. XXI, p. 343.
(8) Dumas, *Ann. Ch. Ph.*, 3e série, t. LV, 1859, p. 187, et *Jahresb.*, 1859, p. 5.
(9) A. Ditte, *Comptes rendus*, t. LXXIII, 1871, p. 111 et 191.

sité de la magnésie calciné au four à vent à la température du rouge blanc ($D_0 = 3,5705$; $3,5692$) et un peu inférieurs à ceux donnés par Moissan (1) pour la magnésie fondue au four électrique ($D_0 = 3,654$).

L'acide chlorhydrique concentré dissout très lentement à chaud la magnésie cristallisée dans le sulfure; l'acide azotique agit de même; l'acide sulfurique l'attaque à peine à froid; à chaud la dissolution est assez rapide. L'examen cristallographique nous a permis de constater que les cristaux obtenus sont cubiques (la forme observée est en général l'octaèdre) et qu'ils sont sans action sur la lumière polarisée.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les alliages de nickel et d'étain.* Note de M. **Em. Vigouroux**, présentée par M. A. Haller.

Le 18 mars et le 2 avril derniers, nous avons publié dans ces *Comptes rendus* nos premiers résultats touchant des alliages de nickel et d'étain riches en étain; nous continuerons par l'étude de teneurs comprises entre 0 et 40 pour 100.

Les préparations sont toujours effectuées à l'aide du four Schlœsing chauffant un tube en porcelaine parcouru par un courant d'hydrogène et à l'intérieur duquel se trouve une nacelle en magnésie portant le mélange des deux métaux, le nickel étant en poudre et l'étain à l'état de grenaille assez fine. Dans les deux premiers essais, le mélange était comprimé en cylindres.

Un *premier essai* fournit un culot renfermant 9,01 pour 100 d'étain, peu magnétique, peu susceptible d'être pilé; pour le fragmenter il faut la lime; il présente une texture homogène et une sonorité très perceptible. L'acide chlorhydrique l'attaque complètement dès qu'il est suffisamment concentré; de même, l'acide azotique commercial. Toutefois, sous l'action d'une solution à 1 pour 100 de ce dernier, le nickel s'attaque surtout le premier et, dans le très faible résidu recueilli finalement, résidu altérable à l'air, la teneur en étain avait déjà atteint 34,19 pour 100.

Un *second essai* donne un alliage titrant 22,74 pour 100, de texture cristalline, peu magnétique, difficilement rayé par l'acier, facilement brisé à l'aide du mortier d'abich; l'acide chlorhydrique concentré le dissout aisément, l'acide azotique concentré laisse un résidu.

10g environ, broyés, puis traités par une solution d'acide azotique à 10 pour 100,

(1) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXVIII, 1894, p. 506.

s'attaquent vivement d'abord avec dissolution d'une grande quantité de nickel et dépôt d'un corps cristallin, dense, accompagné d'acide métastannique et d'une matière noirâtre qui, par lévigation, s'enlèvent en partie. Après élimination du premier, par traitement rapide dans la potasse en solution chaude et concentrée en creuset d'argent, et de la matière noire par décantation, il reste 2g à 3g de très beaux cristaux de couleur claire tirant sur le brun, d'action nulle sur l'aiguille aimantée et titrant :

	I.	II.
Nickel pour 100	59,04	59,61
Étain »	40,05	39,54
	99,09	99,15

Un *troisième essai* engendre un produit constitué par 35,05 pour 100, très cassant, se broyant facilement, faiblement magnétique. Une première attaque à l'aide d'une solution d'acide azotique à 15 pour 100, suivie d'un traitement à la potasse, isole un corps dont la composition est donnée par I; une seconde attaque très prolongée de ce dernier, à l'aide de l'acide azotique à 10 pour 100, également suivie d'un traitement à la potasse, amène encore l'apparition d'une matière bronzée, cristalline, présentant la composition II et non magnétique :

	I.	II.
Nickel pour 100	59,37	60,22
Étain »	40,27	39,71
	99,64	99,93

Un *quatrième essai* forme un culot bien fondu, comme les précédents, cassant, sonore, peu magnétique, de couleur bronzée, particulièrement bien cristallisé, comme le montre sa cassure qui rappelle celle du granit. Sa composition est :

	I.	II.
Nickel pour 100	61,54	61,40
Étain »	37,66	37,51
	99,20	98,91

11g,800 du culot broyé sont soumis à l'action de l'acide azotique à 10 pour 100, en solution bouillante. L'attaque, moins vive que dans les cas précédents, entraîne encore le passage de nickel dans la liqueur et la formation d'un résidu métallique brun clair souillé d'un peu d'acide métastannique qu'on enlève par la potasse; on recommence cette série d'actions plusieurs fois, le résidu ayant été pilé. Lorsqu'il ne pèse plus que 5g,3, c'est-à-dire lorsqu'il a été réduit à peu près de moitié, son analyse donne les chiffres au-dessous de *a*. Une nouvelle action par l'acide azotique à 15 pour 100, puis par la potasse, effectuée sur 5g de ce résidu, ne laisse que 3g,2 de matière dont l'analyse donne les chiffres au-dessous de *b* et de *c*. Une dernière enfin, portant sur cette substance résiduelle, amène un dernier résidu renfermant les proportions indiquées

au-dessous de *d*. Tous ces chiffres indiquent la constance de sa composition qui répond à Ni^3Sn :

	a.	*b*.	*c*.	*d*.	Calculé pour Ni^3Sn.
Nickel pour 100......	61,12	59,64	59,30	59,02	59,78
Étain »	38,54	40,75	40,99	41,00	40,22
	99,66	100,39	100,29	100,02	100,00

Propriétés. — Ce corps présente généralement la couleur brun clair lorsqu'il est en poudre (cette dernière fonce à l'air bien que lentement); les culots qui l'engendrent ont l'aspect d'autant plus bronzé que leur composition est plus voisine de sa formule; sa nuance diffère absolument de celle du corps NiSn étudié précédemment qui tire plutôt sur le gris d'acier. Il n'est pas magnétique, bien que les culots qui l'engendrent le soient, et est soluble dans le nickel. Sa densité à zéro égale 8,98 (moyenne de trois déterminations), sa densité calculée serait de 8,17.

Au rouge, il est attaqué par l'oxygène; par le chlore avec incandescence. L'acide chlorhydrique agit, dès la température ordinaire, même en solution étendue; à chaud, la dissolution peut y devenir complète. L'acide sulfurique produit un effet plus rapide; l'eau régale est encore plus énergique. L'acide azotique étendu et froid ne manifeste que peu d'action; chaud, il n'agit que légèrement; à l'état concentré et chaud, il fait apparaître de l'acide métastannique; toutefois c'est, parmi les acides usuels, celui auquel notre corps oppose le plus de résistance. La potasse en solution n'a pas d'action; en fusion, elle n'exerce que très lentement son effet corrosif.

En résumé : 1° des alliages nickel-étain renfermant jusqu'à 40 pour 100 environ de ce dernier et qui sont magnétiques (bien que faiblement) finissent par abandonner, sous l'action de l'acide azotique et de la potasse, un corps non magnétique répondant à la formule Ni^3Sn.

2° Au-dessous d'une teneur très voisine de 40 pour 100, tous ceux que nous avons examinés influencent l'aiguille aimantée; au-dessus, leur influence nous a paru nulle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Glycol de l'anéthol; sa transformation en anisylacétone.* Note de MM. **Tiffeneau** et **Daufresne**, présentée par M. A. Haller.

L'étude de la tranformation des α-glycols en aldéhydes ou cétones, entreprise par l'un de nous soit seul ([1]), soit en collaboration avec M. Dorlencourt ([2]), a permis de rapprocher et de comparer les réactions suivantes :

Transformations sans transpositions de structure :

$$\text{I.}\quad R'-CHOH-CHOH-R \rightarrow R'-\overset{\downarrow}{C}H=CO\overset{|}{H}-R \rightarrow R'-CH^2-CO-R\ (^3),$$

$$\text{II.}\quad Ar-CHOH-CHOH-R \rightarrow Ar-\overset{\downarrow}{C}H=CO\overset{|}{H}-R \rightarrow Ar-CH^2-CO-R\ (^4);$$

Transformations avec transpositions de structure :

$$\text{III.}\quad Ar-CHOH-COH\langle{}^{R}_{R'} \rightarrow \overset{|}{A}r-COH=\overset{\downarrow}{C}\langle{}^{R}_{R'} \rightarrow CHO-C\equiv(Ar, R, R')\ (^5),$$

$$\text{IV.}\quad Ar-CHOH-CHOH-Ar \rightarrow \overset{|}{A}r-COH=\overset{\downarrow}{C}H-Ar \rightarrow CHO-CH\langle{}^{Ar}_{Ar}\ (^6).$$

On a pu ainsi établir que la transformation des α-glycols en aldéhydes ou cétones s'accompagne de migrations moléculaires lorsque l'oxhydrile le plus résistant se trouve au voisinage du groupe aromatique Ar. La classique transformation de l'*hydrobenzoïne* en *diphénylacétaldéhyde*, restée jusqu'ici un fait isolé et sans analogue, s'est trouvée dès lors rattachée à un groupe très important de transpositions spécialement étudiées par l'un de nous et désignées sous le nom de *transpositions phényliques* ([7]).

([1]) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXVII, p. 1260; t. CXLII, 1537.
([2]) Tiffeneau et Dorlencourt, *Comptes rendus*, t. CXLIII, p. 126, 651, 1242.
([3]) Krassoutsky, *Journ. Soc. chim. rus.*, t. LXXIV, p. 537.
([4]) Tiffeneau, *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. X, p. 78.
([5]) Tiffeneau et Dorlencourt, *loc. cit.*
([6]) Breuer et Zincke, *Liebig's Annalen*, t. CXCVIII, p. 182.
([7]) Tiffeneau, *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1505; t. CXXXVII, p. 989.

Nous nous sommes proposé de généraliser la réaction II qui n'avait été effectuée que sur le méthylphénylglycol symétrique; cette généralisation, qui avait tout d'abord paru superflue, était devenue nécessaire à la suite d'un travail de MM. Balbiano et Paolini (1) annonçant la transformation de ces glycols (par $ZnCl^2$) en aldéhydes hydrocinnamiques et non en arylacétones

$$ArCHOH - CHOH - CH^3 \rightarrow ArCH^2 - CH^2 - CHO.$$

Bien que l'identification des aldéhydes obtenues par ces auteurs n'ait pas été achevée et bien que les points de fusion annoncés pour leurs oximes et semicarbazones coïncident bien plus avec ceux des arylacétones (Wallach, Hœring, Béhal et Tiffeneau) qu'avec ceux des aldéhydes hydrocinnamiques déjà décrits (Fourneau et Tiffeneau), nous avons poursuivi l'étude de cette transformation.

Nos glycols ont été obtenus au moyen des dibromures propényliques qu'on a pu, par chauffage avec les acétates d'argent ou de plomb en liqueur acétique, transformer en diacétates correspondants; la saponification de ces éthers conduit aux glycols propényliques.

Action des acétates métalliques sur le dibromure d'anéthol. — Hœring (2) a montré que les dibromures propényliques sont transformés par l'acétate de sodium acétique en acétobromhydrines. Par chauffage avec les acétates de *plomb* (2^{mol}) ou d'*argent* en liqueur acétique, nous avons obtenu tantôt des diacétates de glycol, tantôt, comme Hœring, des acétobromhydrines qui, à la distillation, perdent une partie de leur acide acétique pour donner des dérivés bromés non saturés.

Il nous a été jusqu'ici impossible de préciser les conditions qui favorisent l'une ou l'autre de ces réactions. Le diacétate du glycol de l'anéthol bout vers 187°-189° sous 12^{mm}; $d_0 = 1,127$; l'acétobromhydrine bout vers 180°-185° sous 14^{mm}; $d_0 = 1,460$, et le dérivé bromé $OCH^3 - C^6H^4 - CH = CBr - CH^3$ distille vers 153°-154° sous 15^{mm}; $d_0 = 1,325$.

L'ébullition de la solution acétique du dibromure d'anéthol avec l'*acétate de zinc* donne lieu à une transformation inattendue en *p*-méthoxyhydratropaldéhyde, avec transposition moléculaire; on peut provisoirement expliquer cette réaction comme suit :

$$OCH^3 - C^6H^4 - CH^2(CO^2 - CH^3) - CHBr - CH^3 \xrightarrow{-HBr} OCH^3 - C^6H^4 - CH^2(CO^2 - CH^3) - \underset{\uparrow}{C} - CH^3 \rightarrow$$

$$\rightarrow OCH^3 - C^6H^4 - \underset{\substack{| \\ CH^3}}{C} = CH(CO^2 - CH^3) \xrightarrow{+CH^3CO^2H} OCH^3 - C^6H^4 - CH\begin{cases} CH(CO^2CH^3)^2 \\ CH^3 \end{cases}.$$

---

(1) *Gaz. chim. ital.*, 1906 et 1907.

(2) HŒRING, *D. ch. Ges.*, t. XXXVIII, p. 3471.

Glycol de l'anéthol et transformation en anisylacétone. — Ce glycol [1] a été précédemment obtenu par MM. Balbiano et Nardacci par oxydation de l'anéthol par l'acétate mercurique (var. α fond à 114°-115°, var. β fond à 62°-63°). La saponification de l'éther diacétique ci-dessus décrit nous a fourni directement le glycol de l'anéthol fusible à 116°. Distillé dans le vide, ce glycol perd de l'eau et il passe à la distillation un composé cristallisé (fus. à 98°, éb. 240°-250° sous 14^{mm}) qui paraît être l'oxyde diéthylénique correspondant.

Nous avons soumis ce glycol à l'action de l'acide sulfurique au $\frac{1}{5}$; le produit entraîné par la vapeur d'eau ne colore pas le réactif de Schiff; l'oxyde d'argent [2] le transforme en acide anisique; avec l'iode et la potasse il donne de l'iodoforme et de l'acide méthoxyphénylacétique; enfin, sa semicarbazone et son oxime fondent respectivement à 175° et à 74°; le glycol de l'anéthol s'est donc bien transformé en anisylacétone d'après l'équation

$$OCH^3-C^6H^4-CHOH-CHOH-CH^3 = H^2O + OCH^3-C^6H^4-CH^2-CO-CH^3.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une nouvelle méthode de cyclisation des acides adipiques et piméliques substitués.* Note de M. **H.-G. Blanc**, présentée par M. A. Haller.

La méthode classique au moyen de laquelle on passe des acides bibasiques (piméliques et adipiques) aux cétones cycliques correspondantes (hexanones et pentanones), c'est-à-dire la calcination des sels de calcium, ne va pas sans présenter de nombreux inconvénients.

En particulier, il est indispensable de n'opérer que sur de petites quantités de sel, dans un long tube chauffé électriquement quand on le peut; l'emploi du vide pendant la distillation de la cétone donne souvent des ré-

(1) MM. Godefroy et Varenne (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 591) ont décrit un prétendu glycol de l'anéthol obtenu par action de la potasse alcoolique sur le dibromure d'anéthol et entraînement à la vapeur d'eau; or, ce sont précisément les conditions pour lesquelles Wallach et Pond (*D. chem. Ges.*, t. XXVIII, p. 2088 et 2714) ont pu transformer directement le même dibromure en acétone

$$OCH^3-C^6H^4-CO-CH^2-CH^3.$$

Le produit de cette réaction n'est donc pas plus, comme le pensent Balbiano et de Conno (*loc. cit.*, p. 479), l'oxyde d'anéthol, puisque Hœring a montré que cet oxyde s'isomérise en acétone $OCH^3-C^6H^4-CH^2-CO-CH^3$.

(2) L'oxydation par AgOH de l'aldéhyde *p*-méthoxyhydrocinnamique (semicarbazone fondant à 182°) a fourni à M. Daufresne l'acide *p*-méthoxyhydrocinnamique fusible à 101° et pas d'acide anisique.

sultats avantageux; malgré tout il est difficile d'éviter les surchauffes et les pertes de substance qui en sont la conséquence.

J'ai trouvé beaucoup plus simple et surtout plus rapide de provoquer la cyclisation des acides par un autre processus.

Quand on chauffe un acide pimélique ou adipique avec de l'anhydride acétique pendant quelques heures, on le transforme en anhydride; la transformation est surtout très aisée avec les acides substitués. Si l'on opère dans un petit ballon à fractionner, l'acide acétique distille au fur et à mesure de sa formation et le temps de la réaction est sensiblement abrégé. Après avoir chassé dans le vide l'excès d'anhydride acétique, l'anhydride de l'acide bibasique est décomposé par distillation lente à la pression ordinaire.

On aura par exemple :

```
CH³   CH³                          CH³   CH³
   \ /                                \ /
    C                                  C
CH²/ \CO²H                         CH²/ \CO — O
 |                        →         |         |
CH²———CH².CO²H                     CH²———CH² — CO

                         CH³   CH³
                            \ /
               → CO² +       C
                         CH²/ \CO
                          |     |
                         CH²———CH²
```

La température à laquelle il est nécessaire de chauffer est variable avec chaque acide et varie entre 215° et 240° (le thermomètre dans le liquide). Il est du reste facile de suivre la réaction au dégagement d'acide carbonique et de la régler sur cet indice.

L'opération terminée, il ne reste généralement dans le ballon qu'un résidu résineux insignifiant, et le rendement n'est pas éloigné de la théorie. Pour les acides adipique $(CH^2)^4(CO^2H)^2$ et pimélique $(CH^2)^5(CO^2H)^2$ le résultat n'est toutefois pas très satisfaisant (50 pour 100 de la théorie environ). Cela tient peut-être à ce que l'anhydride n'a pas une formule simple, et aussi à la facilité avec laquelle les cétones se condensent sur elles-mêmes.

Enfin l'acide subérique lui-même donne aussi de petites quantités de subérone (semicarbazone fusible à 163°). Le procédé n'est cependant pas, dans ce cas, recommandable.

J'ai obtenu, au cours de ce travail, les cétones suivantes; quelques-unes sont bien connues et je ne les ai préparées qu'à titre d'exemple; d'autres sont nouvelles et constituent des matières premières pour la synthèse de dérivés terpéniques.

Acide employé.	Cétone obtenue.
Adipique	Cyclopentanone. Eb. : 130°. Oxime fusible à 56°.
α-méthyladipique	α-méthylcyclopentanone. Éb. : 139°. Semicarbazone fusible à 185°.
β-méthyladipique	β-méthylcyclopentanone. Éb. : 143°. Semicarbazone fusible à 185°.
αα-diméthyladipique	αα-diméthylcyclopentanone. Éb. : 143°. Oxime fusible à 69°.
αα∂-triméthyladipique	αα∂-triméthylcyclopentanone. Éb. : 152°. Oxime fusible à 62°.
α∂-isopropylméthyladipique (1)	Isopropylméthylcyclopentanone α∂. Éb. : à 180°. Semicarbazone fusible à 204°.
β-méthyl-∂-allyladipique	β-méthyl-∂-allylcyclopentanone. Éb. : à 188°. Semicarbazone fusible à 156°.
Homocamphorique	Camphre.
Pimélique	Cyclohexanone. Éb. : à 155°. Oxime fusible à 88°.
ββ-diméthylpimélique	ββ-diméthylcyclohexanone. Éb. : à 173°. Semicarbazone fusible à 203°.
ββε-triméthylpimélique	ββε-triméthylcyclohexanone. Éb. : à 185°. Semicarbazone fusible à 170°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le dimagnésien du dibromopentane*-1-5. Note de MM. V. Grignard et G. Vignon, présentée par M. A. Haller.

Jusqu'à présent, un seul composé organodimagnésien est bien connu, c'est l'acétylène dibromomagnésium de Jossitch, qui se prépare d'ailleurs par un procédé détourné. Les tentatives faites par l'un de nous et par plusieurs autres chimistes pour copuler avec le magnésium le bromure d'éthylène et le bromure de triméthylène n'ont pas eu d'autre résultat précis que la formation de bromure de magnésium, d'une part, et d'éthylène ou de propène, d'autre part. Il y avait lieu d'espérer cependant qu'en s'écartant l'un de l'autre, les deux atomes d'halogène recouvreraient leur indépendance réciproque et pourraient par suite réagir normalement sur le magnésium. Ce fait a déjà été établi dans le cas d'une longue chaîne, celle du dibromononane-1-9; MM. Blaise et Houillon (2) ont montré, en effet,

(1) Cette cétone avait déjà été préparée par la distillation lente de l'anhydride αα'-isopropylméthyladipique (C. Martine, *Thèses de Paris*, 1904).

(2) *Bull. Soc. chim.*, 1904, p. 960.

que le magnésium correspondant, traité par l'isocyanate de phényle, donnait le dianilide de l'acide undécanedioïque. Malheureusement les dihalogénures intermédiaires étaient, jusqu'à ces dernières années, à peu près inaccessibles, lorsqu'en 1904, M. J. v. Braun (¹) découvrit un élégant procédé d'obtention du dichloro- et du dibromopentane, par action du pentachlorure ou du pentabromure de phosphore sur la benzoylpipéridine.

Le dibromopentane réagit facilement en présence d'éther anhydre sur la poudre de magnésium et donne un magnésien très peu soluble dans l'éther qui se sépare sous forme d'un liquide peu coloré et assez mobile.

Nous avons commencé l'étude de ses aptitudes réactionnelles par les essais suivants :

1° *Action de* CO^2. — Le gaz carbonique sec est absorbé à froid en provoquant un léger échauffement et, peu à peu, toute la couche liquide inférieure se prend en une masse cristalline. Après décomposition par la glace nous avons séparé par les procédés habituels une portion acide et une portion neutre.

Celle-ci distille à peu près entièrement à 50°-52° sous 12^{mm} et à 152°-155° sous 760^{mm}; c'est de la cyclohexanone qui constitue le produit principal de la réaction. La portion acide précipitée de son sel de soude s'est fractionnée en deux : il s'est séparé immédiatement une faible quantité de flocons cireux tandis que les eaux mères ont abandonné par évaporation de l'acide pimélique.

La masse cireuse, épuisée à l'eau bouillante, fournit un acide qui reprécipite presque immédiatement en flocons cotonneux brillants fusibles à 124°-125°, qui est probablement de l'acide décaméthylène dicarbonique. Nous nous trouvons donc en présence des réactions suivantes :

$$CH^2\Big\langle{CH^2-CH^2MgBr \atop CH^2-CH^2MgBr} + CO^2 = CH^2\Big\langle{CH^2-CH^2 \atop CH^2-CH^2}\Big\rangle C\Big\langle{OMgBr \atop OMgBr}$$

$$\rightarrow C^6H^{10}O + MgBr^2 + MgO$$

$$CH^2\Big\langle{CH^2-CH^2MgBr \atop CH^2-CH^2MgBr} + 2CO^2 = CH^2\Big\langle{CH^2-CH^2-CO^2MgBr \atop CH^2-CH^2-CO^2MgBr}.$$

Enfin la présence d'acide décaméthylène dicarbonique s'explique aisément par la réaction secondaire que nous rencontrons habituellement dans la préparation des monomagnésiens, c'est-à-dire la duplication de la molécule

$${Br\,CH^2(CH^2)^3CH^2Br \atop Br\,CH^2(CH^2)^3CH^2Br} + 3\,MgBr^2 = {CH^2-(CH^2)^3-CH^2MgBr \atop |\atop CH^2-(CH^2)^3-CH^2MgBr}$$

2° *Action de l'acétate d'éthyle.* — L'éther acétique pur et sec réagit modérément

(¹) *D. ch. Ges.*, 1904, p. 2915, 3210.

en donnant des flocons qui se redissolvent dans la couche inférieure. Après traitement nous avons d'abord isolé une très faible portion (70°-110°) qui fixe le brome et qui contient peut-être du tétrahydrotoluène provenant de la déshydratation du produit principal. Celui-ci a distillé à 153°-155° sous la pression ordinaire; c'est le méthylcyclohexanol tertiaire : il fond à 12° comme celui de MM. Sabatier et Mailhe et l'on a achevé de le caractériser par son analyse et sa phényluréthane; fus. à 104-105°. Rendement : 45 pour 100.

La réaction a donc été la suivante :

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}CH^2-CH^2MgBr\\CH^2-CH^2MgBr\end{matrix}\right. + CH^3CO^2C^2H^5 = CH^2\left\langle\begin{matrix}CH^2-CH^2\\CH^2-CH^2\end{matrix}\right\rangle C\left\langle\begin{matrix}OMgBr\\CH^3\end{matrix}\right. + C^2H^5OMgBr.$$

3° *Action du diacétyle.* — Le diacétyle dilué dans l'éther anhydre réagit sans vivacité en donnant des flocons jaune verdâtre; peu à peu la couche liquide du magnésien disparaît et est remplacée par une masse visqueuse adhérente aux parois du ballon. Nous n'avons pu isoler de cette opération qu'une faible quantité d'un liquide jaunâtre, assez visqueux, d'odeur butyreuse désagréable, qui bout à 122°-126° sous 14^{mm} et dont l'analyse correspond à la composition du diméthylcycloheptanediol (trouvé : $C = 67,90$, $H = 11,47$; calculé : $C = 68,35$, $H = 11,39$). Cette constitution se trouve confirmée par l'obtention d'un diacétate bouillant à 129°-131° sous 12^{mm}.

La réaction a donc été ici :

$$CH^2\left\langle\begin{matrix}CH^2-CH^2MgBr\\CH^2-CH^2MgBr\end{matrix}\right. + \begin{matrix}CO-CH^3\\|\\CO-CH^3\end{matrix} = CH^2\left\langle\begin{matrix}CH^2-CH^2-C\left\langle\begin{matrix}CH^3\\OMgBr\end{matrix}\right.\\ |\\CH^2-CH^2-C\left\langle\begin{matrix}OMgBr\\CH^3\end{matrix}\right.\end{matrix}\right. .$$

En résumé, en dehors des réactions qui peuvent se produire isolément sur chacun de ses groupements organométalliques et que nous n'avons pas encore étudiées, le dibromopentanedimagnésium paraît se prêter très convenablement à l'obtention de chaînes cycliques : en C^6 par réaction sur le groupement fonctionnel acide; en C^7 par réaction sur des corps présentant deux groupements fonctionnels contigus, et peut-être en C^8, lorsque les deux groupements fonctionnels seront en $\alpha - \gamma$.

Nous nous proposons d'examiner ces différents points et nous nous permettons d'exprimer l'espoir qu'on voudra bien nous laisser pendant quelque temps l'étude de cet intéressant dimagnésien.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Application de la méthode des densités-limites aux gaz liquéfiables.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. G. Lemoine.

I. La vérification de la méthode des densités-limites, telle que je l'ai présentée dans ce Volume (p. 976) pour les gaz permanents à 0°, ne peut

se faire avec la même rigueur dans le cas des gaz liquéfiables à 0°; d'une part, les poids atomiques chimiques entrant dans la valeur de M ne sont pas tous très exactement établis (en particulier, pour Cl et surtout pour S); d'autre part, le terme A'_0, qui représente l'écart avec la loi de Mariotte, doit être connu avec une précision relativement élevée, comprise entre 1,5 pour 100 pour CO^2 et 0,3 pour 100 pour SO^2, si le facteur $(1 - A'_0)$ doit être lui-même exact à $\frac{1}{10000}$ près; avec les gaz permanents, et pour la même exactitude, il suffit de connaître A'_0 avec une précision comprise entre 18 pour 100 pour H^2 et 9 pour 100 pour NO, ce qui simplifie considérablement le problème.

La difficulté est encore accrue par le fait que l'on n'est pas d'accord sur l'évaluation du terme A'_0. Les expérimentateurs (aussi bien à Londres qu'à Genève) ont suivi la méthode adoptée pour les gaz permanents et extrapolé linéairement, jusqu'à la pression zéro, les compressibilités mesurées entre 1^{atm} et $0^{atm},5$ environ. M. Daniel Berthelot préconise de son côté une extrapolation parabolique et il a proposé successivement trois solutions : la première (1898) dépend du coefficient de compressibilité A'_2 et de la température critique; la seconde (1903), ou méthode indirecte, repose sur la détermination de la température et de la pression critique; la troisième enfin (1907), la plus élégante, ne s'appuie que sur le coefficient de compressibilité $A^{p}_{p'}$, entre des pressions p et p' ne dépassant pas 2^{atm}.

Les expériences exécutées dans mon laboratoire par MM. Jaquerod et Scheuer (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1384) démontrent bien que l'extrapolation linéaire n'est plus tout à fait légitime, dès que les gaz sont aussi compressibles que NH^3 et SO^2. Mais, contrairement à l'opinion de M. D. Berthelot (*Zeit. für Electroch.*, t. X, 1904, p. 622, et *Mém. Bur. intern. Poids et Mesures*, t. XIII, 1903, p. 36), les trois modes d'extrapolation parabolique ne conduisent malheureusement pas à des résultats identiques; les écarts dépassent souvent les limites de 0,3 à 1,5 pour 100 indiquées plus haut. Pour s'en convaincre il suffit de comparer les valeurs de A'_0 ci-après, calculées par les trois formules d'extrapolation parabolique, pour tous les gaz liquéfiables et non pas seulement pour les gaz CO^2, N^2O et HCl qui donnent lieu aux écarts minima et sont seuls cités par l'auteur (ce Volume, p. 78 et 95).

	CO^2.	N^2O.	HCl.	C^2H^2.	NH^3.	SO^2.	
$10^5 A'_0$ (formule 1898)...	674	761	790	840	»	2358	d'après les expériences de MM. Leduc et Sacerdote.
$10^5 A'_0$ (formule 1903)...	691	705	757	865	1118	1927	
$10^5 A'_0$ (formule 1907)...	674	759	787	»	1470	2361	

Si les formules de 1898 et 1907 marchent à peu près d'accord, celle de 1903 donne des résultats très différents, à tel point que les relations sur la correction des thermomètres à gaz, données dans le Mémoire de 1903, doivent perdre toute signification pratique dès que les gaz sont en dessous de leur point critique. Dans tous les cas, le désaccord entre les formules de 1898 et 1903 explique pourquoi les expérimentateurs qui se sont occupés du sujet avant 1907 ont adopté l'extrapolation linéaire.

II. Ces réserves faites, je résume dans le Tableau suivant les valeurs de la constante R calculées par la formule des densités-limites, $R = M : L(1 - A'_0)$, au moyen des données les plus sûres aujourd'hui.

On y trouve : 1° les poids moléculaires M déduits des poids atomiques chimiques [$C = 12,002$, $N = 14,010$, $Cl = 35,460$ (pour $Ag = 107,89$), $H = 1,008$ et $S = 32,023$ à $32,078$]; 2° les densités des gaz L d'après la revision insérée dans ce Volume (p. 977); 3° deux valeurs de A'_0 déduites (sauf pour N^2O et HCl) de compressibilités *mesurées réellement à 0°*, pour éviter une double extrapolation (¹); l'une de ces valeurs (I) est calculée par extrapolation linéaire, l'autre (II), par extrapolation parabolique, suivant la formule de 1907 (ce Volume, p. 271); 4° les deux séries correspondantes (I) et (II) des valeurs de R qui en dérivent; 5° les températures critiques absolues T_c; 6° des valeurs R calculées dont il sera parlé plus loin.

Gaz.	M.	L.	$10^5 A'_0$(I).	$10^5 A'_0$(II).	R(I).	R(II).	T_c.	R calc.
CO^2....	44,002	1,9768	694	676	22,415	22,411	304	22,411
N^2O....	44,020	1,9777	717	709	22,419	22,417	309 à 312	22,412
HCl....	36,468	1,6398	813	787	22,422	22,416	325	22,414
NH^3....	17,033	0,7708	1527	1504	22,441	22,435	405	22,436
SO^2.....	{ 64,023 { 64,078	2,9266	2386	2330	22,411 22,430	22,398 22,417	430	

III. De ces données on conclut, en laissant provisoirement de côté les résultats relatifs au gaz SO^2 dont le poids moléculaire est incertain : 1° ni l'extrapolation linéaire, ni l'extrapolation parabolique ne conduisent à des valeurs constantes de R qui varie de $\frac{1}{930}$ entre les gaz CO^2 et NH^3, et croît avec la température critique T_c du gaz; 2° cette *variation est à peu près régulière et se représente à* $\pm \frac{2}{10000}$ (*excepté pour* N^2O) *par la formule*

$$R_{calc} = 22,410 + 15 \times 10^{-8}(T_c - 273)^2;$$

les nombres calculés par cette relation (9ᵉ colonne) se confondent à peu près avec les valeurs R(II) déduites de l'expérience, en utilisant les valeurs A'_0(II); 3° si l'on calculait les poids moléculaires des gaz CO^2, N^2O, HCl, NH^3 au moyen de la formule usuelle des densités-limites, en prenant

(¹) On a utilisé les observations de M. Chappuis, à 0°, pour CO^2; de MM. Jaquerod et Scheuer, à 0°, pour NH^3 et SO^2; de MM. Leduc et Sacerdote, à 16°-18° (réduites à 0° par M. D. Berthelot), pour HCl; de Lord Rayleigh, à 11°, pour N^2O; pour ce gaz, la réduction à 0° a été faite au moyen du rapport des compressibilités de CO^2 entre 11° et 0° déduit des expériences de M. Chappuis (Mém. de 1903); vu la presque identité des constantes critiques des deux gaz CO^2 et N^2O, ce mode de faire a paru préférable à l'extrapolation de 11° à 0° par la formule de 1903 de M. D. Berthelot.

pour R le nombre rationnel $22^l,410$ (ou même $22^l,412$) et pour A'_0 les nombres ci-dessus, toutes les valeurs de M, sauf une, seraient trop faibles par rapport aux nombres déduits des poids atomiques chimiques; c'est la confirmation de ce que j'ai énoncé en 1905; si ce point a généralement échappé à l'attention, c'est parce que l'on a appliqué la méthode des densités-limites en prenant l'oxygène comme gaz de comparaison, ce qui équivaut à adopter une valeur intermédiaire de $R(22^l,415)$ comportant des écarts minima tantôt positifs, tantôt négatifs; 4° si l'extrapolation parabolique qui donne A'_0 est justifiée, il n'y a pas de constante des gaz parfaits; si l'on admet au contraire la notion de cette constante, c'est l'extrapolation parabolique qui n'est pas fondée. Nous chercherons prochainement à décider entre ces deux alternatives que nous avons signalées récemment dans l'étude, sur le même sujet, des gaz permanents à 0°.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Phosphorescence cathodique des systèmes complexes. Action paralysante exercée par certains excitateurs de la série des terres rares, sur d'autres excitateurs de la même série.* Note de MM. **G. Urbain** et **Clair Seal**, présentée par M. A. Haller.

La phosphorescence cathodique n'est pas une propriété additive. Dans un diluant commun, la présence des corps excitateurs ne se manifeste pas proportionnellement à leur teneur dans les mélanges complexes. La loi de l'optimum se vérifie individuellement pour chacun d'eux. En outre, certains corps paralysent nettement certaines phosphorescences. Dans cet ordre d'idées, M. Lecoq de Boisbaudran a montré que des corps noirs ou fortement colorés masquent des phosphorescences qui, sans ces additions, seraient des plus vives.

Avant la connaissance des rayons cathodiques, la phosphorescence dans les tubes à vide était généralement attribuée à la lumière de grande réfrangibilité due à l'illumination des gaz résiduels. L'influence de l'addition de corps noirs ou fortement colorés s'expliquait par une absorption complète ou partielle des radiations excitatrices. En réalité, le phénomène étant dû aux rayons cathodiques (du moins dans les conditions où nous avons opéré), il est plus vraisemblable d'admettre que, dans une dissolution solide, les corps colorés absorbent les radiations de phosphorescence provoquées par l'afflux des charges négatives.

Mais, si l'influence des corps très absorbants est manifeste, elle n'est cependant pas la seule cause à laquelle on doive attribuer la faculté de paralyser les phosphorescences. Certains corps, en effet, généralement capables de produire des phosphores-

cences vives ont la propriété de masquer les phosphorescences d'un certain nombre d'autres corps.

Ce pouvoir paralysant s'est retrouvé dans toutes les combinaisons dans lesquelles nous avons engagé simultanément le corps masqueur et le corps masqué. Nous avons examiné des oxydes, des sulfates et des fluorures de tels systèmes. Mais nous n'avons pu attribuer un rôle prépondérant à l'absorption qu'exerce le corps paralysant sur la lumière de phosphorescence émise par les corps dont la présence se trouve masquée en totalité ou en partie.

Dans l'étude très complète qu'il a faite sur les phosphorescences du manganèse et du bismuth, M. de Boisbaudran (*Comptes rendus*, 1886, 2e sem., p. 1064; 1887, 1er sem., p. 1684; 1887, 2e sem., p. 45 et 206) signale cette lutte des corps phosphorescents où le plus fort triomphe en général.

Dans la présente Note, nous résumerons les lois du phénomène telles qu'elles résultent des recherches que nous avons entreprises avec les terres rares dans le but principal d'interpréter les faits que nous avons observés dans l'analyse spectrale de la phosphorescence cathodique des fluorines.

Cas des mélanges colorés. — Nous avons préparé des mélanges binaires d'oxyde de praséodyme ou de terbium (oxydes noirs) avec diverses autres terres rares (oxydes sensiblement blancs). Ces mélanges ont été ensuite dilués dans des proportions variables de chaux pure, de manière à former des systèmes phosphorescents ternaires colorés.

Suivant les proportions relatives des constituants de ces systèmes ternaires, nous avons observé des phosphorescences de colorations extrêmement variées, et l'analyse spectrale nous a montré que ces diverses colorations ainsi que leurs variations d'éclat résultent principalement de la superposition des effets dus aux causes suivantes :

1° La présence des oxydes colorés (terbine ou oxyde de praséodyme) diminue notablement la phosphorescence due aux autres corps. La terbine exerce une action paralysante beaucoup plus grande que l'oxyde de praséodyme.

2° La samarine et la dysprosine, dont les oxydes sont presque blancs, masquent la phosphorescence de l'oxyde noir de praséodyme, mais à un degré moindre que la terbine noire.

3° L'optimum de phosphorescence dû à chacun des corps excitateurs dans les systèmes ternaires [1] correspond sensiblement à la teneur en corps excitateur, nécessaire pour

---

(1) Dans les mélanges que nous avons étudiés, la proportion de terres rares n'a jamais dépassé 10 pour 100; la masse principale était donc de la chaux.

produire l'optimum dans les systèmes binaires ayant même diluant. Toutefois chaque optimum paraît être moins lumineux dans le système ternaire que dans chacun des systèmes binaires correspondants.

4° Les variations spectrales dues à la dilution dans les systèmes binaires se produisent également dans les systèmes ternaires.

Cas des mélanges non colorés. — Les oxydes de praséodyme et de terbium qui sont noirs sont nécessairement très absorbants, mais leurs sels se comportent pratiquement dans les mélanges phosphorescents ternaires comme des substances incolores (¹).

Les phénomènes dus à la dilution (4° du paragraphe précédent) et à l'indépendance réciproque des optima (3° du paragraphe précédent) se retrouvent dans ces mélanges; mais les sels de praséodyme ne masquent plus les phosphorescences du samarium, du terbium et du dysprosium dans les sels de chaux, sulfates et fluorures.

Par contre, les sels de samarium, de terbium et de dysprosium masquent énormément non seulement le praséodyme, mais encore les autres terres rares. Nous pouvons dès lors interpréter les phénomènes que nous avons observés dans la plupart des fluorines. Nous avons établi que leur phosphorescence est due en partie à la présence des terres rares. C'est dans la chlorophane que la présence de ces corps se manifeste avec le plus d'éclat. Or, bien que l'on n'ait jamais trouvé dans la nature une terre rare du type M^2O^3 à l'exclusion des autres et bien que le terbium et le dysprosium s'y trouvent toujours en très petite quantité par rapport aux autres terres phosphorescentes, nous n'avons pu guère observer dans la partie visible du spectre de la chlorophane que les bandes de phosphorescence de ces deux éléments très rares.

Cette interprétation a pu être vérifiée par une expérience directe qui nous a permis de réaliser la synthèse totale de la chlorophane. Le mélange brut des terres rares extraites de la gadolinite renferme des proportions très faibles de terbium et de dysprosium; le praséodyme et surtout le néodyme et l'erbine, qui à l'état pur donnent de belles phosphorescences, s'y trouvent en beaucoup plus grandes quantités. Malgré cela, ces phosphorescences sont complètement masquées par celles du terbium et du dysprosium, si l'on ajoute deux ou trois centièmes de ce mélange de terres rares à

(¹) Les oxydes noirs de praséodyme et de terbium sont des peroxydes se rapprochant du type MO^2, tandis que les sels de praséodyme et de terbium sont du type MA^3. Dans ces formules M représente l'élément rare et A un radical acide monovalent.

de la chaux pure et non phosphorescente, et qu'après avoir transformé le tout en fluorures fondus à haute température, on en fasse l'examen dans le tube à vide. La phosphorescence que l'on observe dans ces conditions est rigoureusement identique à celle de la chlorophane.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les propriétés colloïdales de l'amidon.* Note de M. E. **Fouard**, présentée par M. E. Roux.

L'étude des transformations physico-chimiques de l'amidon soluble [1] m'a conduit à rechercher le mécanisme de l'action des acides et des bases sur ce colloïde organique.

I. J'ai suivi comparativement les vitesses de coagulation d'une solution d'amidon à 5 pour 100 contenant des doses équimoléculaires des acides suivants, de l'ordre d'une valence-milligramme [2] pour 100^{cm^3} de solution.

Les acides doués d'une activité chimique notable possèdent cette propriété coagulante sans distinction spécifique : ainsi les oxydants, acides nitrique, chlorique, et les réducteurs, acides sulfureux, phosphoreux, agissent au même titre que les acides chlorhydrique, bromhydrique, sulfurique, orthophosphorique, métaphosphorique, arsénique, hydrofluosilicique, etc.

Les acides faibles, carbonique, borique, les acides organiques, d'autres à molécules complexes, tels que les acides silico-tungstique, phospho-tungstique, si actifs sur les albuminoïdes, même en solution parfaite, semblent ici complètement inertes, en toutes proportions.

Les acides accélérateurs présentent chacun une limite de concentrations croissantes au delà de laquelle la coagulation ne se produit plus; cette dose est d'autant plus faible que l'acide est plus fortement ionisé.

Enfin, j'ai suivi comparativement les vitesses de coagulation avec les doses des acides suivants, exprimées ci-dessous en valences-milligrammes par litre : celles-ci, déterminées en mesurant les conductibilités de solutions aqueuses de ces acides, contiennent toutes le même poids d'ions hydrogène, 4^{mg}, dose active pour tous ces acides.

HCl	$4^{v},05$	ClO^3H	$4^{v},25$	$CCl.H^2CO^2H$	$8^{v},25$
HBr	4,10	CCl^3CO^2H	4,30	PO^4H^3	24,5
NO^3H	4,15	SO^4H^2	4,70	AsO^4H^3	32,7

(1) *Comptes rendus*, 4 mars 1907.

(2) La valence-milligramme est le quotient en milligrammes du poids moléculaire par la valence.

Ces solutions, à concentrations croissantes de 4 à 33 unités, coagulent avec la même vitesse, vérifiant la loi de Hardy et Perrin : *à concentration égale en ions hydrogène, les acides ont même pouvoir coagulant.*

Mais il apparaît ici une restriction importante, relative aux acides inertes et aux doses inactives.

Un excès d'ions ou de molécules neutres exerce une action antagoniste de la coagulation.

II. J'ai comparé identiquement les pouvoirs stabilisants des bases solubles. J'ai ainsi observé les vitesses de coagulation, sous l'influence de la chaux, la baryte, la potasse, l'ammoniaque, à alcalinité égale.

L'activité retardatrice de la potasse est extrêmement énergique; puis la chaux, ensuite la baryte présentent, par ordre décroissant, cette action dissolvante; enfin, celle de l'ammoniaque est extrêmement faible, par rapport à un essai témoin en milieu neutre.

La mesure des conductibilités électriques, pour une alcalinité commune de 24 valences-milligrammes par litre, m'a donné les poids suivants d'ions hydroxyle en milligrammes : 1° potasse, 407; 2° baryte, 384; 3° chaux, 324; 4° ammoniaque, 14,5.

Si l'action des alcalis décroît avec la concentration en ions, la baryte, moins retardatrice que la chaux, présente cependant une ionisation plus grande; cette anomalie m'a montré une propriété singulière de la baryte : quand on l'ajoute par doses croissantes, à la solution d'amidon, on constate la formation instantanée d'un coagulum massif, se dissolvant, au début, dans l'excès de solution, puis demeurant stable à une concentration plus grande; un excès d'eau, d'ailleurs, le redissout, aussi bien que la chaleur. Ni les sels de baryum, d'une part, ni la chaux, ni la strontiane ne présentent à aucun degré ce phénomène caractéristique, non du baryum, mais de la baryte.

En faisant cette restriction, relative à la baryte, j'ai vérifié que *toutes les solutions alcalines, à concentration égale en ions hydroxyle, présentent le même pouvoir stabilisant.*

III. J'ai déterminé les temps suivants de coagulation à 0°, notés en heures, d'une solution d'amidon à 5 pour 100, correspondant aux doses décroissantes d'acide sulfurique, puis à celles croissantes de potasse, indiquées ci-dessous en milligrammes par litre :

Acide..	23650mg	14200mg	4750mg	750mg	90mg	Témoin neutre	*Potasse..*	56mg	112mg
	11h	20h	35h	46h	66h	120h		180h	500h

Pour les alcalinités supérieures, jusqu'à la dose de $\frac{15}{100}$ de valence-gramme, les temps croissent de plus en plus. A cette dose maxima, au bout de 20 jours, un trouble léger, bleuâtre, indique encore nettement un début de coagulation. A dose supérieure, la solution, dans les conditions données, reste stable.

De la variation continue du temps de coagulation dans ces différents milieux, on

peut conclure qu'une seule et même transformation s'y accomplit, avec une vitesse fonction continue de la concentration en ions actifs.

Un tel fait fournit une réponse au problème, posé pour la première fois, de la coagulation spontanée, réversible, d'un colloïde en solution aqueuse. On sait que l'eau contient elle-même des ions H^+ et OH^- à la concentration de 1 dix-millionième de valence-gramme par litre : il faut donc attribuer à ces ions le rôle de transformateurs de l'amidon soluble. Comme la réaction reste neutre, il faut admettre qu'à tout ion H^+ mobilisé correspond le déplacement d'un ion OH^- du milieu intermicellaire : il y aurait ainsi, entre l'amidon soluble et l'amidon coagulé, une autre différence que celle d'un changement physique, celle d'une hydrolysation ou de la cession inverse des ions H^+ et OH^-. Suivant cette déduction, l'eau serait le facteur essentiel d'une solubilisation favorisée par la chaleur : alors, l'amidon insoluble, purifié de ses sels et débarrassé de toute trace d'acide libre, devrait se transformer lentement, par un séjour prolongé sous une couche d'eau, vers 60°. C'est ce que l'expérience vérifie complètement : j'ai bien obtenu ainsi un amidon soluble, dont les réversions sont d'ailleurs d'une extrême sensibilité.

Les nombres de l'expérience précédente conduisent à une autre constatation : la coagulation, résultant de l'action des ions H^+, est encore amorcée dans un milieu alcalin, où la concentration en ions OH^- est de $\frac{15}{100}$ de valence-gramme par litre. Mais, d'après la loi d'action des masses, le produit des concentrations en ions H^+ et OH^- d'une solution aqueuse quelconque est égal à la constante de Kohlrausch $\frac{1}{10^{14}}$: si l'on applique ici cette donnée précise à la détermination de la dose d'ions H^+, en divisant le nombre de Kohlrausch par $\frac{15}{100}$, on trouve qu'une fraction de gramme d'ions hydrogène égale à $\frac{1}{15000000000000}$ suffit à rompre l'équilibre d'un litre de ce *sérum* d'amidon soluble; une telle disproportion laisse fort loin derrière elle celles déjà considérables constatées dans les actions de diastases et de toxines.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Action comparée des extraits d'orge et de malt sur les dextrines les plus résistantes.* Note de M. J. Wolff, présentée par M. Roux.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 645) nous avons étudié comparativement, M. Fernbach et moi, l'action de l'extrait

d'orge et de l'extrait de malt sur deux empois identiques, liquéfiés à 150°, et nous avons montré qu'à la température de 45° la quantité de maltose obtenue avec la macération d'orge ne peut dépasser certaines limites, tandis que la macération de malt produit une transformation presque intégrale en maltose.

Il m'a paru intéressant de compléter cette étude en faisant agir les deux extraits, non plus sur des empois, mais sur les dextrines autrefois dénommées *stables*, telles qu'elles se trouvent dans les produits de la saccharification à la fin de la phase rapide du phénomène, c'est-à-dire au moment où il n'y a plus d'amidon colorable par l'iode. En intervenant à ce moment avec des extraits d'orge et de malt frais, on exclut toute cause d'inégalité qui pourrait exister entre les diastases de ces extraits lorsque l'un d'eux a agi pendant un temps prolongé ([1]).

Les nouvelles expériences que j'ai entreprises ont été faites de la manière suivante : Plusieurs ballons renfermant chacun 50^{cm^3} d'empois de fécule à 1 pour 100, sont soumis pendant 10 minutes, à la température de 45°, à l'action de 5^{cm^3} d'une macération de malt à 10 pour 100. On les place au bout de ce temps dans un bain d'eau bouillante pour détruire la diastase; puis on les ramène à 45°. Dans l'un d'eux, on dose le maltose et les autres sont partagés en deux lots, *a* et *b*; dans les ballons de la série *a* on introduit 5^{cm^3} d'une macération d'orge à 10 pour 100; dans ceux de la série *b*, 5^{cm^3} de la macération de malt à 10 pour 100. On ajoute de plus dans chaque ballon la quantité d'acide sulfurique nécessaire pour neutraliser les $\frac{3}{4}$ de l'alcalinité totale, ainsi que quelques centimètres cubes de toluène. Dans le bain à 45°, on place à côté de ces ballons des témoins qui renferment des mélanges à volumes égaux d'extrait de malt bouilli et d'extrait d'orge d'une part, d'extrait de malt bouilli et d'extrait de malt d'autre part.

Voici un Tableau qui permet de se rendre compte de la manière dont les dextrines se comportent vis-à-vis des deux extraits. Les chiffres indiquent les quantités de maltose trouvées au bout de temps croissants. Ceux de la série I ont été obtenus en dosant le maltose volumétriquement à l'aide de la liqueur de Fehling, par la méthode usuelle; ceux de la série II ont été obtenus par la méthode de Mohr, modifiés par M. Bertrand (*Bul. Soc. chim.*, t. XXXV, 1906, p. 1285).

	I.		II.	
	a.	b.	a.	b.
Temps.	Extr. d'orge.	Extr. de malt.	Extr. d'orge.	Extr. de malt.
0h	78,5	78,5	74,1	74,1
5	79,3	90	»	»

([1]) Il résulte, en effet, des expériences de la Note mentionnée plus haut, qu'il a fallu prolonger l'action de l'extrait d'orge pendant 48 heures pour arriver à la production de 76,28 pour 100 de maltose.

	I.		II.	
	a.	b.	a.	b.
Temps.	Extr. d'orge.	Extr de malt.	Extr. d'orge.	Extr. de malt.
h				
20	79,7	93,3	75,1	87,5
48	82,2	94,6	76,8	88,6
76	82,1	100	77,1	94,7
120	82,2	103,5	76,8	97,3

On voit que l'extrait d'orge n'agit que faiblement au début, et qu'au bout de 48 heures il cesse complètement d'agir sur les dextrines résiduelles, tandis que l'extrait de malt les transforme peu à peu en maltose. Quel que soit le mode de dosage du maltose que l'on adopte, les quantités fournies par les deux extraits présentent toujours entre elles une différence constante de 20 à 21 pour 100.

On pourrait être tenté de rapporter cette différence considérable dans l'action des deux extraits à des différences de propriétés spécifiques des deux diastases; et c'est même là l'interprétation que nous en avons donnée, M. Fernbach et moi, dans notre précédente Note (*loc. cit.*). Mais cette interprétation, comme nous l'avons vu depuis, et comme nous nous proposons de le démontrer prochainement, n'est exacte que pour les conditions de température que nous avions adoptées jusqu'ici.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la teneur en oxygène de l'oxyhémoglobine de cheval.* Note de MM. **Piettre** et **Vila**, présentée par M. E. Roux.

Depuis les travaux de Strassburger et de Hoppe-Seyler de nombreux savants ont étudié la matière colorante du sang et son affinité pour les gaz, en particulier pour l'oxygène. Dans ces importantes recherches les matériaux d'étude étaient empruntés à des espèces variées (cheval, bœuf, chien, cobaye) et les méthodes analytiques très différentes [absorption de l'oxygène sous pression mesurée, substitution de l'oxygène par l'oxyde de carbone ou le bioxyde d'azote, action chimique réductrice de l'hydrosulfite de soude (Schutzenberger et Risler), oxydante du ferricyanure de potassium (Haldane), sans oublier ce que pouvaient donner les mesures spectrophotométriques de Hüfner et de ses élèves].

En rapprochant ces résultats on constate de grands écarts numériques qui s'expliquent d'autant plus aisément que les mesures se rapportent, sui-

vant les auteurs, à des pigments cristallisés plus ou moins purs, à des solutions de globules laqués, ou encore au sang total, toutes substances rarement définies.

I. Nous allons montrer, dans le cas de l'oxyhémoglobine cristallisée de cheval, que s'il existe des variations assez sensibles dans la teneur en oxygène, ces variations ne sont pas quelconques, mais en relation avec l'état sous lequel le pigment est utilisé dans nos expériences.

L'extraction des gaz est faite à la pompe à mercure, comme nous l'avons indiqué dans une Note antérieure. Les solutions d'oxyhémoglobine sont préparées de deux manières différentes :

A. Solutions dans l'eau distillée privée de gaz des cristaux essorés et conservés à la glacière.

B. Solutions, dans l'eau privée de gaz, de ces mêmes cristaux débarrassés d'air à la pompe à mercure d'Alvergniat. Saturées d'oxygène à 0° ces solutions sont soumises au vide dans notre appareil, après détermination exacte de la température permettant les corrections de solubilité de ce gaz d'après les chiffres de Winckler.

Les volumes gazeux, ramenés à 0° et à 760^{mm}, donnent :

Solution A.

Expériences.	Volume de la solution.	Résidu sec pour 100.	Oxygène recueilli.	Oxygène combiné par gr.-sec.
	cm³		cm³	cm³
XXVII........	90	5,20	3,80	0,80
XXX.........	100	2,70	2,30	0,85
LIV..........	148	5,00	6,20	0,80

déterminations très concordantes effectuées cependant sur autant de préparations distinctes.

Solution B.

Expériences.	Volume de la solution.	Résidu sec pour 100.	Oxygène recueilli.	Oxygène combiné par gr.-sec.
	cm³		cm³	cm³
LV...........	141	4,45	10,90	1,70
LXVI.........	108	9,40	13,50	1,35
LXVII........	125	5,25	9,25	1,40
LXXI.........	134	3,80	7,75	1,55

Ces chiffres, au point de vue du volume d'oxygène combiné par gramme d'oxyhémoglobine, sont bien plus élevés qne ceux du Tableau A; ils représentent très nettement des maxima.

II. Nous nous sommes efforcés d'atteindre ces teneurs maxima avec les cristaux eux-mêmes, soit en saturant d'oxygène les solutions à cristalliser maintenues à 0°, soit en effectuant ces cristallisations sous la pression de 1^{atm} de ce gaz.

Les cristaux ainsi obtenus, dissous dans l'eau distillée privée de gaz, ont donné des résultats très comparables à ceux du Tableau A.

Expérience.	Volume de la solution.	Résidu sec pour 100.	Oxygène recueilli.	Oxygène combiné par gr.-sec.
	cm³		cm³	cm³
LXII.......	147	5,75	8,30	0,95
LXIII......	150	9,30	13,65	0,90
LXIV......	150	4,25	6,75	1,05

D'autre part, les teneurs très inférieures en oxygène indiquées par certains auteurs, en particulier par Bohr pour individualiser des oxyhémoglobines α, β, sont dues à des artifices de préparation. Nous avons déjà remarqué [1] que dans cette voie on peut obtenir des chiffres extrêmement faibles (influence de la dessiccation), en partant des mêmes substances qui nous ont donné la teneur maxima.

Il devient donc difficile de recourir à des distinctions basées sur la capacité d'oxygène pour caractériser des variétés d'oxyhémoglobine; un même poids de matière, cristallisée en présence de ce gaz, pouvant retenir des quantités très différentes suivant l'état de la matière et les conditions extérieures.

De nos déterminations il résulte que :

1° Les cristaux d'oxyhémoglobine tels qu'on les obtient après une bonne séparation de leur eau mère contiennent $0^{cm^3},80$ à $0^{cm^3},95$ d'oxygène par gramme de matière supposée sèche;

2° Cette même substance en solution dans l'eau pure peut abandonner après saturation d'oxygène à basse température un volume bien supérieur ($1^{cm^3},4$ à $1^{cm^3},7$) qui représente la capacité d'oxygène maximum pour cette espèce.

III. Au cours de ces recherches il nous a été possible d'examiner au spectroscope les solutions d'oxyhémoglobine réduite par l'action du vide et de la chaleur (45°-50°) après épuisement complet des gaz. Ce spectre comprend les bandes $\lambda = 634$ et les autres bandes habituelles du spectre de l'oxyhémoglobine.

Le phénomène de Stokes (réunion des bandes α et β) dû aux réducteurs chimiques ne se produit pas ici, quoique la perte en oxygène ait été poussée aussi loin que possible dans des conditions comparables à celles qui peuvent se produire dans l'organisme.

---

(1) Piettre et Vila, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 504.

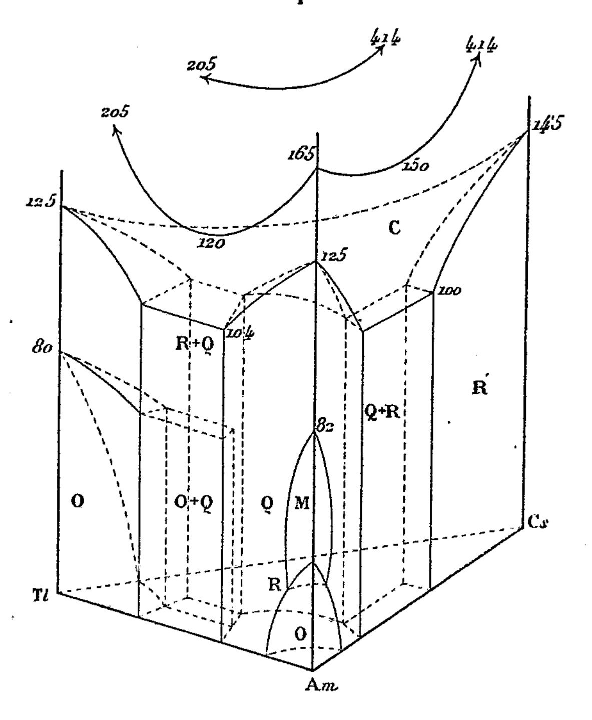
MINÉRALOGIE. — *Sur les transformations polymorphiques des mélanges isomorphes de trois corps.* Note de M. **Fred Wallerant**, présentée par M. A. Lacroix.

Le problème que soulèvent les transformations polymorphiques des mélanges isomorphes de trois corps n'a été qu'ébauché au point de vue théorique, et jusqu'ici aucune étude expérimentale n'a été faite sur ce sujet. Dans cette Note je me propose d'exposer les résultats obtenus dans mes recherches sur les cristaux mixtes d'azotate d'ammonium, d'azotate de thallium et d'azotate de cæsium. Pour coordonner les résultats, j'ai employé la méthode graphique suivante : dans un triangle équilatéral, la somme des distances d'un point aux trois côtés est constante; on peut donc choisir le point de façon que les trois distances soient respectivement proportionnelles aux quantités des trois sels dans les cristaux mixtes. Si, par le point ainsi obtenu, l'on mène une perpendiculaire sur le plan du triangle, proportionnelle à la température de transformation, l'extrémité de cette perpendiculaire, quand la composition du cristal mixte variera, décrira un segment de surface compris entre les trois faces du prisme triangulaire, ayant pour base le triangle équilatéral. Ce segment séparera les domaines de stabilité des deux modifications.

Si l'on fond les trois azotates, mélangés en proportions variables, la cristallisation par refroidissement se produira suivant une surface à convexité tournée vers le bas, et dont on n'a tracé dans la figure que les courbes d'intersection avec les faces latérales du prisme. Tous les magmas se solidifient sous forme de cristaux cubiques, stables dans le domaine C; mais ces cristaux subissent des transformations différentes suivant les proportions des trois corps. En général, par refroidissement, ils deviennent rhomboédriques, quasi-cubiques (domaine R). Ceux-ci, quand le sel de thallium domine, deviennent orthorhombiques à la température de 80°, ou à une température un peu inférieure (domaine O). Si la quantité d'azotate d'ammonium l'emporte, les cristaux cubiques prennent la structure quadratique (domaine Q), et ceux-ci, pour une proportion suffisante du sel ammoniacal, se transforment successivement en cristaux monocliniques (domaine M) et orthorhombiques (domaine O).

Les domaines de stabilité de ces différentes modifications sont séparés par des lacunes, pour lesquelles les cristaux cubiques se décomposent en

un conglomérat de deux sortes de cristaux mixtes. Comme le montre la figure, les domaines Q et R sont séparés par une lacune (Q + R) correspondant à un conglomérat de cristaux, les uns quadratiques, les autres rhomboédriques. Entre les domaines O, Q et R se trouvent deux lacunes, emboîtées l'une dans l'autre, correspondant l'une à un conglomérat de



cristaux rhomboédriques et quadratiques (R + Q), la seconde à un conglomérat de cristaux orthorhombiques et quadratiques (O + Q).

La figure donne une idée de la forme et de la position respective des fragments de surfaces limitant ces domaines et ces lacunes. Je dois dire en terminant que ces premiers résultats expérimentaux paraissent bien confirmer les vues théoriques exposées par les auteurs sur la question.

BOTANIQUE. — *Le faisceau inverse de* Zilla macroptera *Coss.* Note de M. C. Gerber, présentée par M. Alfred Giard.

Nous avons montré, il y a quelques années, dans la région périphérique de la cloison des Crucifères, à la face interne d'un faisceau à bois et liber normalement orientés, l'existence constante d'un second faisceau dont le

bois regarde l'extérieur et le liber le centre de l'ovaire. Ce faisceau étant renversé par rapport au précédent, nous lui avons donné le nom de *faisceau inverse*.

Le *faisceau inverse* obéit aux règles suivantes :

1° Il prend naissance aux dépens du système libéroligneux placentaire qui lui est superposé;

2° Il innerve les ovules.

Chez un petit nombre de Crucifères, le *faisceau inverse* fait cependant exception à ces deux lois.

Dans ces plantes, en effet :

1° Il prend naissance aux dépens du système libéroligneux valvaire qui, comme on le sait, alterne avec le système placentaire;

2° Il n'innerve pas les ovules; ceux-ci recevant leur bois et leur liber du système libéroligneux placentaire normal qui est superposé au *faisceau inverse*. C'est ce que montre l'étude des coupes transversales pratiquées à diverses hauteurs dans l'ovaire de l'une de ces Crucifères : *Zilla macroptera* Coss., dont le fruit ne présente que deux graines pendantes du sommet des loges.

A. *Coupes pratiquées à la base de l'ovaire.* — Le départ des faisceaux destinés aux étamines diagonales divise le cylindre central en quatre arcs libéroligneux : deux petits, destinés à la périphérie de la cloison et situés aux deux extrémités du diamètre antéropostérieur; deux grands, destinés aux valves et situés aux deux extrémités du diamètre droite-gauche.

Ces derniers se divisent rapidement en trois ou cinq faisceaux valvaires et chacun de ceux-ci ne tardent pas à détacher quelques éléments libériens et ligneux, lesquels constituent de petits faisceaux venant se placer, après avoir tourné de 180°, à la face interne des précédents.

Tandis que les faisceaux valvaires émigrent à la périphérie, les petits faisceaux renversés qu'ils ont engendrés se groupent en quatre îlots diagonaux; puis, pendant que les deux loges apparaissent entre les faisceaux valvaires et le centre, ces îlots se rapprochent deux à deux aux extrémités du diamètre antéropostérieur.

Finalement chaque groupe médian fusionne ses divers faisceaux en un seul *faisceau inverse*.

Durant cette phrase de concentration, chacun des deux petits arcs placentaires que nous avons vu alterner avec les deux grands arcs primitifs valvaires se divise, tardivement, en trois ou cinq faisceaux normaux dont le plus gros, médian, est superposé au *faisceau inverse* de la partie correspondante de la cloison.

Parfois les deux arcs valvaires primitifs sont bien moins développés; ils se divisent en un petit nombre de faisceaux, et deux seulement d'entre eux, pour chaque arc primitif, engendrent un faisceau renversé; il en résulte que chaque arc diagonal renversé ne comprend qu'un faisceau au lieu des trois ou quatre du type précédent; mais leur

évolution est identique et, dans ce cas comme dans le premier, le *faisceau inverse* définitif provient uniquement des arcs valvaires.

B. *Coupes pratiquées dans la partie supérieure de l'ovaire.* — Les faisceaux latéraux du système placentaire normal s'épuisent en ramifications qu'ils envoient dans les régions latérales des valves et dans les ailes de la silique. Aussi, ce système libéroligneux est-il réduit, dans la partie supérieure de l'ovaire, à un gros faisceau médian flanqué, à droite comme à gauche, d'un petit faisceau.

Ces deux petits faisceaux envoient chacun une ramification libéroligneuse, non plus vers les valves ou les ailes, mais vers l'intérieur. L'une d'elles s'arrête avant d'arriver au niveau du faisceau inverse; l'autre, plus grosse, atteint la région de la cloison comprise entre la loge du même côté et le faisceau inverse qui se rapproche de l'autre loge pour laisser plus d'espace au nouveau faisceau.

Ce dernier fait hernie dans la loge et cette hernie s'accentuant devient le funicule d'un ovule qui reçoit le faisceau tout entier et n'emprunte aucun élément conducteur au *faisceau inverse*. Aussi, les coupes pratiquées dans une région plus élevée montrent-elles ce *faisceau inverse* reprenant sa position médiane à la face interne du gros faisceau placentaire normal.

Cette étude de Zilla macroptera *Coss., rapprochée de nos recherches précédentes sur les ovaires des autres Crucifères, montre que le* faisceau inverse, *très important par sa constance, n'a pas, comme certains étaient portés à le croire, une valeur purement fonctionnelle (fournir des éléments conducteurs aux ovules).*

Elle montre aussi que le faisceau inverse *n'est pas sous la dépendance absolue du système libéroligneux placentaire normal.*

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherche de l'invertine ou sucrase et du saccharose dans les divers organes de la Vigne et dans quelques fruits.* Note [1] de M. V. **Martinand**, présentée par M. E. Roux.

J'ai signalé la présence de l'invertine dans les raisins, le moût, le vin [2], en faisant remarquer qu'elle s'y trouve en quantité considérable, suffisante parfois pour intervertir un poids de sucre équivalant à celui du raisin examiné.

Il était intéressant de reconnaître si la sucrase était présente dans tous les organes de la Vigne et d'y joindre la recherche du saccharose pendant la période de maturité du raisin. Les essais que je vais énumérer ont été

(1) Présentée dans la séance du 10 juin 1907.

(2) *Comptes rendus*, 12 novembre 1900.

faits sur une seule variété de raisin, le Petit Bouschet, du 23 juillet au 31 août 1901.

	Sucrase.	Saccharose.
Raisins cueillis le 23 juillet, matin.	Unité de sucrase dans $0^{cm^3},6$ de moût (c'est-à-dire que $0^{cm^3},6$ de moût, dans les conditions indiquées, intervertissent $0^g,20$ de sucre)	Néant
Raisins cueillis le 27 juillet, soir..	Unité de sucrase dans $0^{cm^3},45$ de moût	Néant
Raisins cueillis le 16 août soir, possédant de nombreux grains colorés..........	Unité de sucrase dans $0^{cm^3},45$ de moût	Néant
Raisins cueillis le 27 août, soir....	Unité de sucrase dans $0^{cm^3},4$ de moût	Néant
Raisins cueillis le 29 août........	Unité de sucrase dans $0^{cm^3},4$ de moût	Néant
Raisins cueillis le 30 août........	Unité de sucrase dans $0^{cm^3},4$ de moût	Néant

La sucrase se retrouve donc d'une façon constante et presque équivalente dans le moût pendant toute la maturité du raisin, tandis que je ne retrouve pas de saccharose dans le moût qui s'écoule par une très légère pression du raisin.

Par une pression énergique semblable à celle qu'exercent les pressoirs de vendange, je trouve, dans le moût des raisins cueillis le 29 et le 30 août, $1^g,2$ et $1^g,5$ pour 1000 de moût.

Les mêmes recherches faites sur la pulpe du raisin après avoir exprimé le moût donnent les résultats suivants :

Pulpe de raisins recueillis	le 29 juillet, au soir.	Saccharose dans 100^g de pulpe, $0^g,22$
»	le 3 août, 5^h soir....	Saccharose, 0,90 pour 100
»	le 16 août, 5^h soir..	Saccharose, néant
»	le 17 août, au soir..	Saccharose, néant
»	le 20 août.........	Saccharose, 0,02 pour 100

Si maintenant je passe à la recherche de l'invertine et du saccharose dans les feuilles, je trouve :

	Sucrase.	Saccharose.
Feuilles recueillies le 23 juillet.	100^g de feuilles intervertissent $8^g,90$ de sucre.	Dans 100^g de feuilles $0^g,8$
Feuilles recueillies le 24 août....	100^g de feuilles intervertissent $13^g,6$ de sucre.	Dans 100^g de feuilles $1^g,00$

Les feuilles recueillies au haut du cep donnent des résultats semblables :

	Sucrase.	Saccharose.
Feuilles recueillies le 7 août, au bas du cep..................	100g de feuilles intervertissent 17g,7 de sucre.	Dans 100g de feuilles 1g,30
Feuilles recueillies le 7 août, au haut du cep.................	100g de feuilles intervertissent 7g,72 de sucre.	Dans 100g de feuilles 1g,20
Feuilles recueillies le 12 août, au haut du cep................	100g de feuilles intervertissent 10g,70 de sucre.	Dans 100g de feuilles 0g,29
Feuilles recueillies le 12 août, au bas du cep..................	100g de feuilles intervertissent 7g,58 de sucre.	Dans 100g de feuilles 0g,60

La recherche de l'invertine et du saccharose dans la partie ligneuse de la grappe donne :

	Sucrase.	Saccharose.
Grappe cueillie le 27 juillet, dépouillée de ses raisins........	Sucre interverti pour 100g de grappes, 3g,10.	Néant.

Enfin, la recherche de l'invertine et du saccharose dans les racines de la vigne donne :

	Sucrase.	Saccharose.
Portion de racine prélevée le 28 août......................	Sucre interverti par 100g de racines, 8g,50.	Dans 100g de racines 0g,36

En résumé, la sucrase se retrouve dans toutes les parties de la vigne. Le saccharose se rencontre dans les feuilles, dans la pulpe du raisin, et en très petite quantité dans les racines : je ne l'ai pas constaté dans le jus s'écoulant librement du raisin, ni dans les parties ligneuses de la grappe.

Des essais similaires m'ont fait constater la présence de l'invertine dans les cerises, les groseilles, les grenades; il y en a très peu dans les poires, et point dans les pommes (1), oranges, citrons. Ces derniers fruits contiennent du saccharose, principalement le plus acide de tous, le citron.

Des faits qui précèdent on peut donc conclure que l'hydrolyse du saccharose est faite dans les organes de la vigne par l'intermédiaire de la sucrase

(1) G. Varcollier, *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 987.

naturelle du raisin, ou uvosucrase, et qu'il en existe toujours un excès considérable qui, répandu dans le moût obtenu par le pressurage de ces fruits acides, est capable d'intervertir tout le saccharose que l'on peut y ajouter, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir l'action hydrolysante des acides qu'ils contiennent ou l'action de la sucrase sécrétée par les levures, si ces jus de fruit sont mis à fermenter.

ZOOLOGIE. — *Autotomie protectrice et autotomie évasive.* Note de M. **Henri Piéron**, présentée par M. Alfred Giard.

La conception classique de l'autotomie, depuis les remarquables travaux de Frédéricq, en fait un réflexe provoqué par des excitations violentes.

Il s'agit chez le Crabe, où le phénomène est particulièrement net, d'une rupture spontanée des membres, à la soudure (qui dans les conditions normales est très résistante) de l'ischiopodite et du basipodite, rupture provoquée par une excitation quelconque, suffisamment violente, de la partie périphérique du nerf de la patte (par écrasement, coupure, brisure, brûlure, injection caustique, excitation électrique, etc.).

Une telle autotomie se présente effectivement chez tous les Crabes qui ont été examinés à ce point de vue, et elle persiste après l'isolement de la masse ganglionnaire ventrale d'où rayonnent les nerfs des dix membres; s'il existe quelques différences entre les modalités de l'autotomie, après la section des commissures qui joignent à cette masse nerveuse les ganglions supérieurs, cela prouve seulement l'existence probable d'une influence inhibitrice ou excitatrice des ganglions cérébroïdes sur la réaction autotomique, mais le caractère réflexe de cette réaction semble incontestable.

On ne peut d'ailleurs considérer comme proprement évasive une telle autotomie : l'animal abandonne en effet une patte brisée, et n'autotomise pas un membre simplement attaché; la rupture peut même porter successivement sur les dix membres, ce qui suffit pour rendre impossible toute velléité d'évasion.

Mais il semble qu'à côté de cette autotomie *protectrice* [1] il puisse

[1] Les avantages de la rupture de la patte pour l'animal sont la suppression de la douleur, l'arrêt de la perte sanguine par un gonflement musculaire qui bouche l'orifice du moignon, et une régénération plus facile.

y avoir, dans le groupe des autotomies défensives de M. Giard, une autotomie proprement évasive chez les Crabes.

C'est du moins ce qui résulte d'une série d'observations et d'expériences faites sur un Crabe non étudié encore à ce point de vue, le *Grapsus varius*.

En effet, il est impossible de saisir, dans les rochers qui forment son habitation sur les côtes sud de l'Océan, ce Crabe, agile dans sa fuite, par un ou même par plusieurs membres, car, si délicatement qu'on le tienne il vous abandonne dans les mains jusqu'à trois pattes à la fois et réussit à s'enfuir dans une faille inaccessible. Si on le saisit par le corps et qu'on l'attache par une patte, il a tôt fait de disparaître, à la différence des *Carcinus*, en abandonnant son membre. C'est bien là une autotomie *évasive* au premier chef; est-ce encore une autotomie réflexe?

A l'inverse de l'autotomie protectrice provoquée par des excitations violentes, celle-ci ne persiste pas après isolement de la masse ganglionnaire ventrale; elle semble bien nécessiter l'intervention des centres nerveux inférieurs, probablement des ganglions cérébroïdes.

Mais un fait permet de montrer nettement le caractère complexe de cette autotomie qui est probablement plus qu'un réflexe psychique au sens de Pavloff, qui doit être une réaction émotionnelle ou même un acte volontaire.

En effet, alors qu'il est si facile sur les lieux même, près du trou où s'offre un abri sûr, de provoquer la rupture spontanée des pattes, alors que cela est même si facile que la préhension en est rendue presque impossible et que les chasseurs de ces Crabes doivent renoncer à la pince pour adopter une pointe qui larde l'animal, il suffit de transporter ce dernier à quelques mètres sur terrain sec, ou dans une pièce close, pour ne plus obtenir, en général, l'autotomie que par excitations violentes.

L'autotomie évasive peut encore s'obtenir parfois au laboratoire, mais elle devient très rare, et il n'y a pas là un phénomène de fatigue ou de moindre vitalité.

Par suspension au-dessus d'un aquarium j'ai obtenu quatre fois sur sept l'abandon de la patte ou de la pince par des *Grapsus* qui échappaient ainsi à la mort après plusieurs heures de suspension, alors que les trois autres moururent en 5 jours sans avoir autotomisé.

Cette influence de l'habitat sur la réaction et sa rapidité plus grande lorsque le danger est plus imminent, et les chances de fuite improbables, tout cela semble bien impliquer l'intervention du psychisme.

Superposée à l'autotomie protectrice réflexe, on peut donc voir, chez certains Crabes tout au moins, une autotomie évasive psychique, et cette

dernière est peut-être plus fréquente qu'on ne l'a cru, car certains faits permettraient d'admettre qu'elle peut exister parfois chez le *Carcinus mœnas,* seulement les conditions dans lesquelles on se plaçait pour mieux étudier le phénomène étaient faites pour en masquer une partie.

En tout cas, l'autotomie protectrice est toujours sous la dépendance de la masse ganglionnaire ventrale, avec contrôle probable des ganglions cérébroïdes.

L'autotomie évasive, elle, dépend essentiellement des ganglions supérieurs et n'exige que comme relais nécessaires les centres de la masse ventrale.

HISTOLOGIE. — *Structure des nerfs sectionnés dans une évolution strictement physiologique.* Note (¹) de M. **N.-A. Barbieri**, présentée par M. Edmond Perrier.

La ligature très serrée pratiquée dans la partie médiane d'un nerf frais déplace le neuroplasma qui prend aux bouts libres de ces segments la forme de ménisques convexes. Ces ménisques de neuroplasma ne présentent ni fibrilles nerveuses ni fibrilles conjonctives, mais ils ont le même aspect hyalin et granuleux du protoplasma des cellules médullaires isolées, écrasées et étudiées par les mêmes méthodes (matières colorantes et mélange d'acide osmique et bichromate de potassium).

1° Sur des lapins, je pratique au cou une ligature très serrée de deux nerfs vagues. Les lapins meurent tous dans 24 heures. L'examen histologique a montré que la partie des vagues comprise dans la ligature était formée par les gaines neurales (gaines de Schwann) complètement vides. Ces vagues gardaient leur parfaite continuité anatomique; mais la discontinuité du neuroplasma, produite par la ligature, avait été suffisante pour amener la mort chez les lapins.

2° Chez un lapin, en évitant la suppuration, je sectionne successivement, dans un intervalle de 30 en 30 jours, le médian de droite, le médian de gauche, le sciatique de droite, le sciatique de gauche.

Chez un deuxième lapin je sectionne, tout en évitant la suppuration, dans un intervalle de 30 en 30 jours, le sciatique de gauche, le sciatique de droite, le médian de gauche, le médian de droite. Je laisse une distance d'environ 15^{mm} entre les bouts de nerfs sectionnés. Cinq mois après les premières opérations exécutées, j'ai établi le contrôle physiologique et histologique. Les nerfs présentent les lésions comprises entre

(¹) Présentée dans la séance du 3 juin 1907.

30 et 150 jours. J'ai constaté que tantôt un nœud fibreux réunissait les deux bouts de nerfs sectionnés, tantôt ces bouts ne s'étaient pas réunis et, dans ce cas, les deux bouts présentaient un renflement olivaire. La prolifération conjonctive commence par se manifester aux deux bouts des nerfs sectionnés et, en augmentant toujours, finit, dans certains cas, par réunir à l'aide d'un nœud fibreux les bouts quelque peu éloignés du nerf sectionné. Dans d'autres cas, cette prolifération conjonctive s'arrête et couvre d'une capsule conjonctive, à forme olivaire, les bouts de nerfs séparés. Le nerf conserve son aspect nacré jusqu'à son origine médullaire, mais il perd son aspect nacré dans sa partie périphérique.

La stimulation du bout central, pratiquée en écrasant doucement ce bout, à l'aide d'une pince, a provoqué toujours chez les lapins des manifestations évidentes de douleur. La stimulation du bout périphérique et du nœud fibreux faite dans les mêmes conditions ne provoque pas de douleur. J'enlève les huit nerfs (médians et sciatiques) avec leurs bouts libres ou réunis, et je les laisse longtemps dans un mélange d'acide osmique et bichromate de potassium (¹).

J'ai trouvé, tout le long de la partie périphérique des nerfs sectionnés, les lésions caractéristiques de la dégénérescence. Le contenu de chaque tube nerveux d'abord se segmente, chaque segment se conforme en gouttelettes, les gouttelettes deviennent de plus en plus petites et finissent par se résorber. Le conjonctif des gaines neurales est coloré en jaune par le bichromate de potassium et les gouttelettes qui gardent encore les dernières traces des composants chimiques du neuroplasma se colorent en noir par l'acide osmique (²).

Les nerfs sectionnés depuis leur origine jusqu'aux bouts centraux gardent leur structure normale, à savoir un ensemble des tubes nerveux, qui ont tous un égal diamètre, et qui sont tous différemment tressés entre eux. Chaque tube nerveux est constitué d'une gaine conjonctive et d'un contenu microscopiquement homogène ou neuroplasma (³).

3° Chez un lapin, je sectionne au cou le vague de gauche et je provoque la suppuration; trois mois après l'opération, les deux bouts du vague s'étaient réunis par un nœud fibreux. La partie du vague comprise entre l'origine et le bout central présentait la dégénérescence rétrograde.

4° Chez un chien, je sectionne les racines antérieures de la IVe et Ve sacrée du côté gauche; chez un autre chien, je sectionne les racines postérieures de la IVe et Ve sacrée

---

(¹) Le mélange se compose de 95 parties d'une solution 1 pour 100 d'acide osmique et de 5 parties d'une solution 4 pour 100 de bichromate de potassium. Les nerfs sont dissociés dans la glycérine et montés dans la glycérine.

(²) *Comptes rendus,* 5 juin 1905.

(³) *Comptes rendus du XIIIe Congrès international de Médecine,* Paris, 1900, *section de Physiologie,* p. 164. — *Comptes rendus du XIVe Congrès international de Médecine,* Madrid, 1903, *section de Physiologie.* — Barbieri, *Le rôle du tissu nerveux,* p. 240 et 241, et *Neuvième réunion de l'Association des Anatomistes,* Lille, 1907.

du côté gauche. Je ne puis pas éviter la suppuration. Les racines antérieures et postérieures présentaient la dégénérescence rétrograde.

5° Chez un cobaye, je sectionne la moelle dorsale et je constate que les lésions dégénératives s'étendaient également au-dessus et au-dessous de la section.

6° Chez un lapin, je sectionne au cou le vague de gauche. J'évite la suppuration, Après trois mois, je constate que les deux bouts du vague sont réunis par un nœud fibreux. Je sectionne au cou le vague de droite et le lapin meurt dans les 24 heures. La partie périphérique du vague de gauche était dégénérée; la partie centrale était normale.

7° Au congrès de Physiologie de Bruxelles (1904), j'ai présenté deux chiens auxquels j'avais enlevé les ganglions de la IIIe, IVe et V^e sacrée de gauche et pratiqué la suture des racines médullaires aux nerfs mixtes correspondants. Le contrôle physiologique fait dans le Congrès et trois mois après l'opération a montré qu'il y avait conductibilité électrique au-dessous et au-dessus de la suture nerveuse établie (1). Dans des cas analogues, j'ai constaté qu'il n'y a pas de dégénérescence descendante et rétrograde.

De toutes ces expériences il me semble résulter que :

1° Il n'existe pas une autorégénération des nerfs;

2° Dans une évolution strictement physiologique, (*a*) le bout périphérique d'un nerf sectionné reste inexcitable et dégénère toujours; (*b*) le bout central ne régénère pas, mais il est excitable et il garde sa structure normale. Si la suppuration se manifeste, la partie centrale de tout nerf divisé, y compris les racines postérieures, est atteinte de dégénérescence rétrograde. Il y a régénérescence du bout central de tout nerf divisé, y compris les racines postérieures, toutes les fois que la suture d'un nerf divisé se fait par première intention. Si les bouts d'un nerf divisé se soudent tardivement, la suture est faite par une prolifération plus ou moins intense de conjonctif.

MÉDECINE. — *Sur un nouveau procédé de diagnostic expérimental de la tuberculose.* Note de M. **H. Vallée**, présentée par M. E. Roux.

Poursuivant les recherches que j'ai entreprises sur les conditions de la cuti-réaction des animaux tuberculeux provoquée par les scarifications imprégnées de tuberculine, j'ai étudié l'influence de divers facteurs sur l'apparition de ce phénomène.

---

(1) *Congrès de Physiologie de Bruxelles*, 1904 (*Archives internationales de Physiologie*, t. II, fasc. 1 et 2, p. 40 et 41).

Les réactions les plus nettes sont fournies par les scarifications qui, intéressant l'épiderme et une faible épaisseur du derme, donnent un léger suintement sanguin. Les scarifications s'entourent de très beaux bourrelets œdémateux dès la trente-sixième heure, qui deviennent ensuite d'aspect papuleux. La réaction est alors parfois si intense que son aspect rappelle celui des lésions de tuberculose verruqueuse de la peau humaine. En se flétrissant, les papules fournissent des squames épidermiques adhérentes, dont l'arrachement, quelquefois douloureux, laisse à nu une surface suintante. Ces altérations persistent le plus souvent durant de longs jours; la réaction conserve alors toute sa valeur démonstrative durant 10, 15 ou 20 jours.

Les scarifications tuberculinisées, qui intéressent trop profondément le derme, aboutissent à la production d'une cuti-réaction très nette encore, mais d'un type différent de la précédente : l'épaississement, l'induration œdémateuse, avec vive sensibilité de toute la région cutanée scarifiée, constituent ici les signes prédominants.

La cuti-réaction n'est pas nettement obtenue chez les tuberculeux (cobayes, bovidés ou chevaux) si l'on se contente de badigeonner de tuberculine une région cutanée encore sous le *feu du rasoir,* mais non scarifiée; la mise au contact avec la tuberculine des couches profondes de l'épiderme et superficielles du derme paraît indispensable à la manifestation de la cuti-réaction. La netteté de celle-ci est parallèle à celle de la réaction consécutive aux inoculations hypodermiques de tuberculine. Les plus belles cuti-réactions sont offertes par les sujets qui réagissent avec une grande intensité à cette dernière intervention.

Les Bovidés tuberculeux semblent inaptes à fournir, de façon constante, des cuti-réactions en série si plusieurs semaines ne séparent pas deux opérations successives. De huit animaux cuti-réactionnés avec résultats positifs, puis sollicités à nouveau huit jours plus tard, un seul a répondu nettement; chez les sept autres, le résultat fut nul ou d'interprétation malaisée.

Ainsi que je l'ai exposé précédemment [1], la cuti-réaction se dessine fort mal ou même n'apparaît pas chez les sujets tuberculeux qui reçoivent de la tuberculine en même temps, et par la voie hypodermique et par scarification. De même l'injection sous-cutanée de tuberculine pratiquée 1, 2 ou 3 jours, avant la recherche de la cuti-réaction, entrave la manifestation de celle-ci.

Tout au contraire, chez cinq Bovidés tuberculeux en pleine cuti-réaction depuis 5 jours, l'inoculation sous-cutanée de tuberculine m'a fourni de superbes réactions thermiques.

Enfin, j'ai constaté, comme Wolff-Eisner, que l'introduction, dans l'œil d'un sujet tuberculeux (cheval ou bœuf), d'une trace de tuberculine diluée dans du sérum physiologique, provoque, à compter de la douzième à la vingtième heure, une réaction oculaire d'une netteté parfaite [2]. On relève

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 1243.

(2) *Berliner klinische Wochenschrift,* n° 22, 3 juin 1907.

alors un ptosis léger, du larmoiement, de l'œdème, de la congestion vive et parfois des ecchymoses de la conjonctive, souvent aussi l'émission de caillots purulents. Comme celui de la cuti-réaction, ce phénomène est durable et persiste pendant plusieurs jours. Alors qu'il est pleinement démonstratif, l'animal fournit encore de fort belles réactions à la tuberculine inoculée sous la peau. La réaction oculaire est d'autant plus aisément appréciable que la comparaison de l'œil sollicité à celui du côté opposé rend le phénomène plus saisissable. Chez le cobaye tuberculeux, la réaction oculaire reste cependant bien obscure. En aucun cas, je n'ai observé dans les mêmes conditions un phénomène analogue sur les sujets sains.

Cette réaction oculaire ne présente qu'un intérêt diagnostique restreint. La douleur et les conséquences qui peuvent en résulter feront écarter sa recherche en médecine humaine; de même que nous ne saurions l'utiliser systématiquement en médecine vétérinaire, en raison des facilités de la simuler.

Mais comme phénomène biologique, l'intérêt de la réaction oculaire est comparable à celui de la cuti-réaction. L'une et l'autre réaction autorisent d'intéressantes interprétations du mode d'action de la tuberculine, tandis que la méthode des scarifications fournit un nouveau procédé d'administration de la tuberculine dans un but thérapeutique.

GÉOLOGIE. — *La Géologie du Sahara central.* Note de M. R. Chudeau.

L'Archéen forme, surtout vers l'Ouest, quelques massifs importants : El Eglab, Ad'ar' des Iforas, contreforts occidentaux de l'Ahaggar. Son rôle s'atténue vers l'Est.

Le Silurien, d'ordinaire métamorphique, occupe des surfaces beaucoup plus considérables; en négligeant les lambeaux archéens, on peut dire qu'il couvre toute la partie du Sahara comprise entre les Tassili du Nord et ceux du Sud; il reparaît au nord du Mouydir Ahnet (Bled el Mass, Haci El Kheneg, etc.); on le retrouve dans l'Ad'ar' des Iforas et l'Aïr; il affleure auprès de Zinder, le long du Niger, depuis Niamey jusqu'à Ansongo, ainsi qu'à Tosaie. D'après les renseignements qu'a bien voulu me communiquer le lieutenant Barberac, on le suit sous le sable, de Tosaie à Hombori. Le lieutenant Mussel a revu, près d'El Eglab, le Silurien signalé par Lenz; plus récemment il a reconnu le même terrain entre Taoudeni

et Thihaïa, ainsi qu'à l'ouest du Touat (*Bull. du Comité de l'Afrique française*, 1905-1907). A part les schistes à graptolithes du Tindesset (Haug in Foureau, *Documents scientifiques*, 1905) et d'Haci el Kheneg (Flamand, *Comptes rendus*, 3 avril 1905), dont les relations avec le reste du Silurien ne sont pas connues, aucune assise silurienne au Sahara ne s'est montrée jusqu'à présent fossilifère.

Au point de vue tectonique, le Silurien est très plissé et le plus souvent relevé verticalement; la direction dominante des affleurements est Nord-Sud. Haug (*Comptes rendus*, 7 août 1905) et moi (*Comptes rendus*, 2 oct. 1905) avons déjà signalé l'existence de cette chaîne calédonienne. Les massifs anciens, dans la région que j'ai vue tout au moins, semblent avoir formé lors du Silurien un groupe de terres basses plutôt qu'un continent à relief marqué : c'est ce que semblent indiquer la fréquence des ripple-marks dans les quartzites et l'absence de poudingue à la base du Silurien. Dans ces conditions, il est excessif de parler, comme je l'ai fait dans la Note précitée, d'une zone de plissements huroniens.

Depuis la fin du Silurien, le Sahara central est un pays de régime tabulaire; le Dévonien dans le Tassili des Azdjer, le Mouydir et l'Ahnet est horizontal. Les Tassili du Sud n'ont été vus par moi que dans la région d'In Azaoua et au voisinage de l'Ad'ar' des Iforas; plus récemment dans la tournée à Taoudeni du colonel Laperrine, M. Mussel (*loc. cit.*) a suivi ces plateaux, toujours constitués par les grès dévoniens horizontaux jusqu'à Achourat. Dans l'Ad'ar' Tmarr (Mauritanie), A. Dereims a rencontré des grès à Spirifères plongeant tout au plus d'une quinzaine de degrés vers l'Est (renseignement verbal).

Bien que l'on ne puisse parler de plissements hercyniens dans cette partie du désert, il importe de noter qu'auprès de Taoudeni, les calcaires carbonifères qui constituent la Hammada el Haricha sont indépendants du Dévonien et reposent directement sur le Silurien (Mussel).

On peut aussi remarquer que le Carbonifère, qui accompagne le Dévonien dans les Tassili du Nord et dans les Oasis, fait défaut dans la majeure partie des Tassili du Sud.

Les plissements hercyniens paraissent ne pas dépasser la chaîne d'Ougarta, le Djebel Heïrane et le Touat vers l'Ouest; leur limite Sud se tient entre le Tidikelt et le Mouydir-Ahnet.

Toutefois au sud de l'Ad'ar' des Iforas (E.-F. Gautier) et auprès de Labezzanga (100^{km} S.-E. de Gao) des grès et des ardoises peut-être dévoniennes, certainement primaires et postsiluriennes, ont été nettement plissées (apophyse hercynienne?).

L'histoire du début des temps secondaires est très obscure. Sous les calcaires cénomaniens du Tadmayt comme sous les marnes turoniennes du Damerghou, apparaissent en concordance de puissantes assises de grès

(grès à sphéroïdes, grès du Tegama) renfermant quelques bancs d'argiles parfois gypsifères. Les renseignements indigènes et les indications de Barth et de von Bary permettent de croire que les grès du Tegama sont continus entre l'Aïr et Bilma. M. Mussel a pu suivre les grès à sphéroïdes jusqu'au sud de Taoudeni : la falaise de Lernachich, où ils sont riches en argiles gypsifères, à été recoupée à 100^{km} plus à l'Ouest par le capitaine Cauvin (Cortier, *La Géographie*, t. XIV, 1906, p. 317). La zone des puits profonds du nord du Niger paraît bien correspondre à celle du Tegama. Dans la région intermédiaire il semble que le même terrain se continue sous le Crétacé supérieur et l'Éocène; du moins il y a des puits de 30^{m} à 60^{m} qui ne font défaut que lorsque l'Éocène est bien développé.

Cette importante formation continentale, que l'on suit d'une façon à peu près continue du sud de l'Algérie au Soudan, peut être attribuée en gros au Crétacé inférieur, bien qu'elle ait pu commencer à se former beaucoup plus tôt.

Ce Crétacé inférieur et les terrains plus récents (Crétacé supérieur, Éocène) qui le recouvrent au Soudan et au Tadmayt sont restés horizontaux; ils n'ont reçu que le contre-coup atténué des mouvements orogéniques qui, autour de la Méditerranée, donnaient naissance au système alpin; contre-coup suffisant cependant pour rajeunir le relief du Sahara central et permettre la manifestation des importants phénomènes volcaniques qui ont caractérisé la fin des temps tertiaires dans l'Aïr, l'Ahaggar et à In Zize.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du terrain carboniférien aux environs de Taoudeni* (Sahara sud-occidental). Note de M. **G.-B.-M. Flamand**.

Au cours de la très remarquable tournée conduite, il y a quelques mois, par M. le lieutenant-colonel Laperrine, du Touat à Taoudeni par Achourat, M. le lieutenant d'artillerie Mussel fut chargé du relevé géologique de la route suivie; à son retour, cet officier voulut bien me soumettre les échantillons qu'il avait recueillis, et l'on comprendra l'intérêt scientifique qu'ils présentent, si l'on remarque que la plus grande partie de l'itinéraire traverse des régions où n'avaient point pénétré jusqu'ici d'Européens et que, pour les environs mêmes de Taoudeni, non loin duquel passèrent deux célèbres voyageurs, René Caillié (1823) et Oskar Lenz (1880), on ne possédait point de données précises : le premier ne se trouvant pas

dans des conditions favorables à des observations de cet ordre, le second, voyageant de nuit et, peu libre de ses mouvements, n'avait pu consigner que des indications très générales sur la présence des terrains paléozoïques dans cette partie du Sahara ([1]). Il ne sera question, dans la présente Note, que des matériaux paléontologiques provenant de la région immédiate de Taoudeni (Agorgott).

D'après les observations de M. le lieutenant Mussel, on peut établir dans les assises des environs de cette saline, de la base au sommet, la succession suivante : A, substratum quartzo-schisteux en discordance avec les couches supérieures; B (épaisseur non déterminée), calcaire gris à *Productus*, passant par place à des calcaires gréso-ferrugineux à facies de grauwacke; C, 1° calcaires rosés sans fossiles (épaisseur 15^m à 18^m); 2° calcaires violacés sans fossiles (épaisseur 10^m); D, calcaires violets fossilifères (épaisseur 3^m); E, couches siliceuses (épaisseur $0^m,60$, manquent parfois); F, enfin au-dessus et en discordance, dépôts gréseux rouges constituant les gour (Gara Zéramna) dont l'âge reste indéterminé, secondaire ou tertiaire? (grès rouges d'O. Lenz). L'ensemble se développe en longs plateaux (Hammada el Aricha) à bombements anticlinaux fortement découpés par l'érosion.

Les FOSSILES, qui appartiennent aux assises B, D, E, proviennent de la Hammada-el-Aricha entre le puits d'El' Biar et Taoudeni, et entre ce dernier point et Tni-Haïa. Ce sont des POLYPIERS :

Lithostrotion irregulare Phill, siliceux; de la Hammada el Aricha : *Lithostrotion Martini* Milne-Edwards et J. Haime; des CRINOÏDES, articles de tiges de crinoïdes (*Poteriocrinus?*), tous cylindriques, sporadiques ou inclus dans un calcaire gréseux à Spirifères, entièrement comparables à ceux de l'Egueli et de l'Erg d'Issaouan rapportés par F. Foureau, ainsi qu'à ceux de la vallée de la Zousfana et du Tidikelt; des BRACHIOPODES : *Productus semireticulatus* Martin, espèce représentée par des exemplaires bien caractérisés, entre El' Biar et Tni-Haïa; *Productus* aff. *africanus* Stache, représenté par deux valves séparées, entre El' Biar et Tni-Haïa; *Productus* aff. *Flemingi* Sowerby, associé aux *Productus semireticulatus,* de la même localité; *Spirifer* (*Syringothyris*) aff. *cuspidatus* Martin en fragments très frustes empâtés dans une gangue calcaire; *Spirifer* sp. ind. *Dielasma* sp. entre El' Biar et Tni-Haïa; des LAMELLI-

---

([1]) OSK. LENZ, *Timbuktu. Reise durch Marokko, die Sahara und den Süden,* 2. Bd., Leipzig, 1884; *cf.* 2. Bd., p. 47-85. — Voir également la Carte géologique du Sahara au $\frac{1}{12500000}$, publiée par Lenz dans les *Mitteilungen* de Petermann, pl. I, 1882. — Cf. G. STACHE, *Fragmente einer Afrik. Kohl.,* etc. (Bd. XLVI des *Denk. d. math. nat. Kl. d. k. k. Akad. d. Wiss. Wien,* 1883, p. 372 et 411).

BRANCHES des genres *Edmondia? Cardiomorpha* sp.(?) très douteux; des moules internes de GASTROPODES.

Conclusions. — Quoique le nombre des fossiles que nous venons d'énumérer soit bien restreint, que leur état de conservation soit des plus médiocres et que, par suite, pour quelques-uns [Sp. (*Syringothyris*) aff. *cuspidatus* Martin et *Productus* aff. *africanus* Stache], la détermination spécifique reste discutable, on peut néanmoins conclure de l'étude de l'ensemble de cette faunule, entièrement marine, qu'elle est nettement *carboniférienne;* c'est là une conclusion d'un haut intérêt, car on restait, pour cette région, dans l'ignorance absolue de l'attribution exacte de ces *calcaires paléozoïques* qu'avait signalés le Dr Lenz. Toutefois, nous pensons, mais sans être nullement affirmatif, que telle quelle cette faunule présente assez de traits communs avec d'autres gisements sahariens pour qu'on puisse avec vraisemblance l'attribuer stratigraphiquement au Carboniférien inférieur (couche B), Dinantien-Viséen; en effet, si *Productus semireticulatus* se rencontre à tous les niveaux du Carboniférien, par contre *Spirifer* aff. *cuspidatus*, *Lithostrotion irregulare*, *Lithostrotion Martini* appartiennent respectivement, le premier au Tournaisien, les seconds au calcaire de Visé et au Mountain limes stone; les calcaires inférieurs de Taoudeni seraient alors l'équivalent des couches d'Igli et du Dj. Béchar; quant à *Productus* aff. *africanus*, qui appartient à une formation lithologiquement différente, il indiquerait un niveau plus élevé, et l'on retrouverait peut-être ici l'horizon de l'Erg d'Issaouan défini par M. E. Haug (*Mission saharienne*); mais on ne saurait insister davantage sur ces considérations avec les seuls matériaux analysés.

On comprend toute l'importance de ces nouvelles observations sur le Sahara sud-occidental. Chaque découverte faite dans ces régions vient restreindre la zone cristalline supposée tout d'abord d'une étendue immense, et la présence du terrain carboniférien à Taoudeni, en indiquant l'existence d'un pendage méridional de l'anticlinal paléozoïque à axe granito-quartziteux de l'Iguidi et d'El Glab (*cf.* Lenz, ainsi que l'exploration de M. le capitaine Flye Sainte-Marie, et communication verbale de M. le lieutenant Mussel), vient combler une partie de la grande lacune existant entre les zones anthracolithiques africaines, celle du Sahara et celles, soupçonnées, du Congo et du Kouilo (A. DE LAPPARENT, *Géologie*, 5e éd., p. 916; *cf.* BARRAT, *Comptes rendus*, t. CXIX, p. 758).

On ne saurait trop remercier M. le lieutenant-colonel Laperrine, dont la contribution à l'étude du Sahara central est depuis quelques années véri-

tablement considérable, et M. le lieutenant Mussel pour l'intérêt qu'il a pris à recueillir ces si précieux matériaux scientifiques. C'est à ces officiers que nous sommes redevables d'être fixés sur ce point important de la Géologie saharienne.

GÉOLOGIE. — *Les éruptions posthelvétiennes antérieures aux volcans récents dans le nord-ouest de la Sardaigne.* Note de M. **Deprat**, transmise par M. Michel Lévy.

Dans une Note antérieure, j'ai succinctement décrit les formations volcaniques les plus récentes de Sardaigne, caractérisées par les volcans et les coulées du Logudoro. Antérieurement à cette période, mais postérieurement au dépôt de l'Helvétien [1], l'activité volcanique donna naissance à des coulées parfois très importantes de roches basiques se groupant dans les labradorites et les basaltes, surtout développées dans la région de l'Anglona. Dans cette partie du nord-ouest de la Sardaigne, elles se sont épanchées par la grande faille que j'ai déjà signalée et sur laquelle s'établit plus tard plus au Sud la ligne des volcans qui s'étend du cône de Monte Massa à Bonorva.

Les roches produites par ces éruptions peuvent être rangées en trois groupes : le premier, caractérisé par des basaltes holocristallins remarquablement riches en pyroxènes et en péridot, d'un faciès très spécial, tout à fait différents de ceux qui feront plus tard éruption dans le Campo d'Ozieri et le Logudoro; le second comprend des labradorites augitiques; le troisième est caractérisé par une abondance frappante d'hypersthène et comprend des labradorites et des basaltes.

I. *Groupe des basaltes de Montresta et de Seda Oro.* — Près de Montresta s'étend, sur les masses d'andésites antémiocènes, une coulée très intéressante d'un basalte porphyroïde, riche en beaux cristaux d'augite vert atteignant 8^{mm} et en péridot en cristaux bien terminés, appartenant au premier aussi bien qu'au deuxième temps. J'ai recueilli, dans les druses de ce basalte, de magnifiques cristaux de *chabasie* montrant le rhomboèdre $p(001)$ avec macles par pénétration, de beaux groupements de *stilbite* et des cristaux parfaitement formés de *heulandite*. J'étudierai ultérieurement ce remarquable gisement de zéolites, un des plus beaux que j'aie rencontrés en Sardaigne.

J'ai étudié aux environs de Tiesi un centre volcanique complètement ruiné, occu-

---

[1] Il est impossible d'être plus précis, car jusqu'à présent on ne connaît pas dans cette région de formations plus récentes que cet étage.

pant l'emplacement des monts de Seda Oro (553m), installé sur l'effondrement du Campo Giavesu. Ce volcan détruit montre encore par endroits des restes de tufs et de cendres. Il a donné naissance à des basaltes très riches en péridot, contenant parfois des sels de cuivre et à des roches noires constituées par un groupe de curieux basaltes aberrants, formés d'un premier temps représenté par d'énormes cristaux de péridot et d'augite prédominants, avec peu de plagioclase; un deuxième temps formé de gros microlites de plagioclase (labrador basique), d'augite et de péridot remplit leurs intervalles. Cette roche est éminemment magnésienne et calcique. J'en donnerai plus tard les caractéristiques précises en lui donnant le nom spécial que réclame sa structure toute particulière.

II. *Labradorites augitiques.* — Simplement émises par des fissures, ces roches, qui ne présentent aucune particularité minéralogique, sont bien développées dans l'Anglona, aux environs d'Ozilo. J'en ai étudié de très beaux types sous Ozilo, vers Sassari, entre Ozilo et Nulvi, entre Nulvi et Ploaghe. Ce sont des roches généralement sombres, franchement porphyroïdes, dont le premier temps montre de gros cristaux d'augite et de plagioclase basique enveloppés par des microlites très petits de même composition. Ces roches passent à des basaltes par adjonction de rares cristaux de péridot au premier temps. On les observe en coulées ou en filons.

III. *Labradorites et basaltes à hypersthène.* — Je ne puis m'étendre ici sur les différents groupes que j'ai étudiés. J'indiquerai simplement les données suivantes. Il faut distinguer d'abord un groupe de labradorites d'un noir foncé, bien développées, au nord de Nulvi, dans la région de Tergu et du Monte Gionannalis, à Piona Ederas, surchargées d'hypersthène en petits cristaux nets, très ferrifère, fortement polychroïque. On les retrouve près de Chieramonti, dans la gorge de Rio Enas de Concas, sous Ponta Corales, où elles sont en filons, et dans le Gran Sassu. Je les ai revues à l'est de Bonorva, en filons près de Rebeccu.

Un autre groupe montre des labradorites à augite et hypersthène; souvent un cristal d'hypersthène s'éteignant en long se montre enveloppé d'augite à extinction oblique. Ces roches, généralement porphyroïdes, montrent des phénocristaux d'hypersthène magnifiques. Elles passent souvent à des basaltes par adjonction de péridot microlitique et en phénocristaux, notamment au nord de Nulvi.

Enfin, on observe une belle série de basaltes à hypersthène dans la région comprise entre Chieramonti, Ploaghe et le Gran Sassu, c'est-à-dire dans la partie méridionale de l'Anglona. Ce sont des roches en général gris bleuâtre qui, au microscope, montrent de rares phénocristaux de plagioclase, d'hypersthène, d'augite et de péridot rubéfié dans un magma microlitique très fin de plagioclase, augite et péridot. Bien développées dans la région du Rio Ranchida, ces roches sont parfois en relation avec des amas scoriacés près des fentes de sortie.

Toutes les roches que nous venons de signaler ont été émises par fissure et nulle part ne sont en relations avec des appareils volcaniques.

Tous les faits précédents sont entièrement nouveaux. Il nous a paru intéressant surtout de mettre en lumière l'importance des labradorites et des basaltes à hypersthène.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la trombe du 22 mai 1907 dans le département du Loiret.* Note de M. MAILLARD.

Le mercredi 22 mai de cette année 1907, un ouragan d'une grande violence s'abattait sur la commune de La-Ferté-Saint-Aubin (Loiret). Dès le soir du même jour, l'opinion publique, se rappelant les ruines occasionnées à Cravant par la trombe du 4 juillet 1905, attribuait au même phénomène météorologique les dégâts causés à La Ferté; elle exagérait l'étendue du désastre, mais elle ne se trompait pas sur sa cause.

L'ouragan possédait bien, en effet, le double mouvement des cyclones, mouvement de translation, mouvement de gyration; de plus, au milieu des effets dus à la violence de ces deux mouvements, nous en avons constaté d'autres, dus à un abaissement subit et considérable de la pression atmosphérique sur le passage de la bourrasque. Ce sont des phénomènes de *happage*, comme ceux que nous avons observés à Cravant et signalés à l'Académie des Sciences (¹).

La trajectoire a pour direction générale une ligne Sud-Nord; à la fin de sa course seulement, l'ouragan décrivit une demi-circonférence, qui donne à l'ensemble la forme d'un point d'interrogation retourné (S) et d'une longueur de 2^{km} environ. Le mouvement de rotation, sans être nettement accusé, n'en est pas moins certain. Plusieurs habitants ont vu se former la trombe : deux gros nuages noirs rasant les toits, l'un venant de l'Est, l'autre du Sud, produisirent à leur rencontre « *une espèce de cheminée d'usine* », dit l'un des observateurs, dans laquelle on vit bientôt tournoyer des débris de toute sorte. Deux ardoises d'un même toit, situé à droite de la route qui traverse la ville du Sud au Nord, vinrent s'implanter, l'une dans la devanture de chêne d'un magasin, à l'ouest; l'autre, dans l'enseigne d'un commerçant, à l'est de cette route; toutes deux à une profondeur de 4^{cm}, ce qui suppose une vitesse de 150^{m} au minimum. Il en fut de même d'une toiture de zinc, qui se sépara en deux parties et dont les deux feuilles tombèrent, la première à droite, la seconde à gauche de la trajectoire de translation. Sur le bord de la rivière du Cosson, les peupliers sont renversés têtes contre têtes, etc.... Enfin le jardinier du château historique de Masséna et son aide virent les eaux du canal se soulever à 50^{m} d'eux, pour former un entonnoir dont la partie évasée s'élevait à la hauteur des arbres; c'était, disent-ils, comme le tourbillon de poussière qui court sur les routes, mais en bien plus grand; il se brisa bientôt et les éclaboussa de ses débris.

Le second genre de phénomènes est relatif à l'abaissement de la pres-

(¹) *Comptes rendus*, 6 novembre 1905.

sion atmosphérique sur le chemin de l'ouragan au moment de son passage; en voici des preuves certaines.

Çà et là apparaissent, découpés dans les toits, des cercles de 1^m à 2^m de diamètre; on dirait qu'une ventouse s'est posée sur la maison à cet endroit, laissant autour d'elle les ardoises intactes. Le nombre de vasistas de grenier enlevés par la trombe ne se compte pas, le plus souvent le reste du toit est indemne. Chez un cultivateur, c'est une grange qui s'ouvre de l'intérieur à l'extérieur en brisant sa barre de fermeture. Dans un jardin, une petite volière en forme de pagode se soulève du milieu d'un massif de verdure, sans le froisser, et retombe à 3^m de là à l'opposé de la direction du vent. Dans un hôtel, au premier étage, se trouve une chambre carrée dont le côté Nord est formé d'une simple cloison de briques sur champ qui la sépare de la cage de l'escalier qui monte au grenier. Quand le propriétaire, la tourmente passée (elle avait duré quelques secondes), voulut se rendre compte des dégâts causés, il trouva cette cloison renversée, couchée tout d'une pièce sur le palier de l'escalier. La trombe avait d'abord enlevé les vasistas du toit, puis fait le vide dans le grenier et dans l'escalier et le vase clos avait éclaté sous l'effort de la pression intérieure [1]. Il n'y pas à s'y tromper, un coup de vent n'a pu produire cet effet, car les fenêtres sont restées fermées, il n'y a pas un gravois dans la chambre, rien n'est dérangé ni sur les étagères, ni sur le lit, ni même sur la commode qui s'appuyait à la cloison renversée.

Quelle est la cause de cet abaissement de la pression? En quel point du tourbillon atteint-il son maximum? Quelle est la valeur de ce maximum?

Ici, comme à Cravant en 1905, l'absence de baromètre enregistreur nous met dans l'impossibilité de répondre aux deux dernières questions. On peut trouver dans les théories de MM. Teisserenc de Bort et Lasne réponse à la première.

M. **J.-H. Vincent**, à propos d'une Note récente de M. *Adolphe Minet* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 428), fait observer qu'il a donné, dès 1902, dans le *Philosophical Magazine* (p. 110), une Règle pour la représentation parabolique des poids atomiques.

---

(1) Faut-il attribuer à la même cause les deux faits suivants? Dans un autre local, également clos, une glace se détache de la cheminée et saute au milieu de la chambre; sur cette cheminée se trouve un écrin renfermant une montre; le couvercle de l'écrin saute tout à coup brisant ses charnières et son fermoir, la montre reste au fond de la boîte.

M. Alfred Brust adresse un Mémoire intitulé : *Nouveau système d'aviation. Orthoptère-aéroplane Brust.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 4 heures trois quarts l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 juin 1907.

Atlas photographique de la Lune publié par l'Observatoire de Paris, exécuté par MM. M. Lœwy et P. Puiseux; 9e fascicule, comprenant : 1° *Études sur la topographie et la constitution de l'écorce lunaire* (suite); 2° Planche *i* : *Image obtenue au foyer du grand équatorial coudé;* 3° Planches XLVIII à LIII : *Héliogravures d'après les agrandissements sur verre de quatre clichés des années* 1900, 1902, 1903 *et* 1904. Paris, Imprimerie nationale, 1906. *Texte,* 1 fasc. in-4° et *Atlas,* 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. M. Lœwy.)

Cartes publiées par le Service géographique de l'Armée :
Asie au $\frac{1}{1000000}$: *Pamir, Kachgar, Nour-Ata, Tachkent.*
Tunisie au $\frac{1}{100000}$: *La Skhirra, Nakta, Environs de Gafsa,* au $\frac{1}{50000}$.
Maroc au $\frac{1}{500000}$: *Fez, Tanger.*
Neuf feuilles in-plano.

Ministère des Travaux publics. Ports maritimes de France. *Notice sur le port de Saint-Nazaire,* par M. René Pocard-Kerviler; refondue et mise à jour par M. Mallat et M. Le Trocquer. Paris, Imprimerie nationale, 1906; 1 vol. in-4°.

Ministère du Travail et de la Prévoyance sociale. Direction du Travail. Service du Recensement. *Album graphique de la Statistique générale de la France. Résultats statistiques du recensement de* 1901. *Mouvement de la population. Résumé rétrospectif de l'Annuaire statistique.* Paris, Imprimerie nationale, 1907.

Contribution à l'étude de la faune malacologique des lacs Rodolphe, Stéphanie et Marguerite (matériaux de la Collection Maurice de Rothschild), par H. de Neuville et R. Anthony. (Extr. du *Bulletin de la Société philomathique de Paris;* 9e série, t. VIII, n° 6, 1906.) 1 fasc. in-8°. (Hommage des auteurs.)

Sur deux nouvelles Antilopes de l'Afrique centrale, Cephalophus centralis nov. sp.; *Cephalophus æquatorialis* Maths sub-sp. *Bakeri* nov. sub-sp.; par MM. MAURICE DE ROTHSCHILD et HENRI NEUVILLE. Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-4°. (Hommage des auteurs.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 JUIN 1907.

Congrès des Sociétés savantes à Montpellier. *Discours prononcé à la séance générale du Congrès, le samedi 6 avril* 1907, par M. GASTON DARBOUX, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

Sur deux Mémoires de Poisson relatifs à la distribution de l'électricité, par M. GASTON DARBOUX. (Extr. du *Bulletin des Sciences mathématiques.*) Paris, Gauthier-Villars, 1907; 1 fasc. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

The Royal Society or science in the State and in the Schools, by Sir WILLIAM HUGGINS, with twenty-five illustrations. Londres, Methuen et Cie, 1906; 1 vol. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Sur le siphon chanteur, par G. VAN DER MENSBRUGGHE. Bruxelles, Hayez, 1907; 1 fasc. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent.)

Théorie de l'équilibre d'une lame élastique soumise à une pression uniforme, par M. MARBEC. Toulon, 1905; 1 fasc. in-4°. (Hommage de l'auteur.)

Les altérations nucléaires. Contribution sur la mort de la cellule, par JEAN MAUMUS. Paris, Bonvalot-Jouve, 1907; 1 vol. in-8°.

Sur les origines de la pomme de terre cultivée et sur les mutations gemmaires culturales des « Solanum » tubérifères sauvages, par ÉDOUARD HECKEL. Marseille, Barlatier, 1907; 1 fasc. in-4°.

De l'attraction et autres joyeusetés de la Science, par F. JOUSSEAUME. Paris, A. Maloine, 1907; 1 fasc. in-8°.

Revue de l'Électrochimie et de l'Électrométallurgie, paraissant chaque mois, nos 3, 4, 5, 1re année, 1907. Paris; 3 fasc. in-4°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie : Classe des Sciences mathématiques et naturelles; janvier-mars 1907, nos 1-3. Cracovie, imprimerie de l'Université; 3 fasc. in-8°.

Bulletin of the Museum of comparative Zoölogy at Harvard College; t. LI, n° 1. Cambridge Mass., 1907; 1 fasc. in-8°.

Monthly weather review; t. XXXV, n° 1, 2, january and february 1907. Washington; 2 fasc. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 3 juin 1907.)

Note de M. *Louis Henry*, Sur la dioxyacétone tétraméthylée :

Page 1201, lignes 4 et 5 par en haut, *au lieu de* Insoluble dans l'eau, il se dissout aisément dans l'éther, l'alcool, etc., *lisez* Soluble dans l'eau et l'alcool, il se dissout moins aisément dans l'éther, etc.

(Séance du 10 juin 1907).

Note de M. *A. Leduc*, Application des formules relatives aux volumes moléculaires au calcul de la variation de la force élastique maxima de la vapeur d'eau avec la température :

Page 1261, ligne 2, *au lieu de* $\frac{dp}{dT}$, *lisez* $\frac{dT}{dp}$.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 JUIN 1907,

PRÉSIDENCE DE M. HENRI BECQUEREL.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MINÉRALOGIE. — *Sur une espèce minérale nouvelle des fumerolles à haute température de la récente éruption du Vésuve.* Note de M. **A. LACROIX.**

L'étude *minéralogique* des produits des fumerolles volcaniques se heurte à de grandes difficultés. Le plus souvent, en effet, ces produits consistent, non pas en cristaux distincts, mais en croûtes, parfois déliquescentes, formées par l'agrégat de fort petits individus cristallins appartenant à des sels variés. L'analyse chimique en bloc fournit bien une première approximation, mais les données qui en résultent devant être interprétées à la façon de celles d'une analyse d'eau minérale, laissent toujours de l'incertitude au point de vue minéralogique. A la suite de l'éruption du Vésuve de 1872, A. Scacchi a employé un autre mode d'investigation, qui consiste à dissoudre les produits dans l'eau et à les faire recristalliser; mais ce procédé, intéressant en ce qu'il fournit des sels nombreux, dont l'étude cristallographique peut être féconde, n'apprend rien de plus que l'analyse chimique en bloc au point de vue de l'histoire naturelle des fumerolles, les combinaisons ainsi formées dans le laboratoire par voie aqueuse étant presque toujours fort différentes de celles produites sur le volcan à haute température et par voie de sublimation.

J'ai montré antérieurement (1), par l'examen de quelques produits de

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXL, 1905, p. 1308 : J'ai appliqué cette même méthode à l'étude du sel gemme métamorphique des Pyrénées (*Bull. Soc. franç. Minér.*, t. XXI, 1898, p. 29).

fumerolles recueillis par M. Fouqué à Santorin, en 1866, qu'une autre méthode peut être employée avec fruit; elle consiste à traiter les croûtes en question comme une roche, à les tailler en lames minces, en employant des précautions en rapport avec leur nature chimique, et à déterminer leurs éléments constitutifs à l'aide de leurs propriétés optiques. Ce mode opératoire peut être accompagné et quelquefois remplacé par l'examen de poudres immergées dans le baume du Canada ou dans tout autre liquide approprié. La connaissance de la composition chimique de l'échantillon étudié sert de guide pour l'interprétation des observations, qu'il est bon de confirmer par la préparation synthétique des corps constatés, quand leurs propriétés optiques ne sont pas encore connues. L'application de cette méthode aux produits des fumerolles à haute température de la récente éruption du Vésuve m'a conduit à la découverte de l'espèce minérale nouvelle qui fait l'objet de cette Note.

Depuis le paroxysme d'avril 1906, de nombreuses fumerolles fonctionnent sur le flanc nord-nord-est du cône, près des bords du cratère. Quand je les ai étudiées, en avril et en mai de l'an dernier, elles étaient toutes dans la phase acide; elles donnaient des chlorures, riches en fer, et du réalgar (1); mais, au cours de l'été qui a suivi, les pluies et les éboulements ont fait disparaître la couverture superficielle des produits récents projetés et mis à nu sur quelques mètres (sur le bord même du cratère), une coulée de lave sous-jacente, que M. E. Aguilar a trouvée (2) encore incandescente le 3 octobre.

C'est de ce point que proviennent les échantillons étudiés; ils ont été formés par les fumerolles à très haute température s'élevant de la lave. Ils consistent en croûtes scoriacées, blanches, jaunes, verdâtres ou colorées en brun rouge par des lamelles d'hématite. Les échantillons recueillis les premiers contiennent des sulfates, mais sont très riches en chlorures (sodium, potassium et accessoirement cuivre et plomb); dans ceux récoltés plus tard, les sulfates prédominent ou existent presque seuls; ils résultent certainement de la transformation progressive des chlorures sous l'action de l'acide sulfureux s'oxydant au voisinage de l'air; cette transformation sur place est rendue évidente par l'existence du plomb sous forme de sul-

(1) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 727.

(2) *Bull. Soc. Natur. Napoli*, t. XXI, 1907. — Plusieurs des échantillons que j'ai étudiés ont été recueillis à cette date par M. Aguilar; le 8 décembre ce savant a constaté que le gisement s'était effondré dans le cratère.

fate, qui n'a pu arriver en cette place par voie de volatilisation qu'à l'état de chlorure.

Le métal dominant de ces croûtes sulfatées, les seules dont je veuille m'occuper ici, est l'*aphthitalite* $[(SO^4)^2Na^3K]$, qui se distingue dans les lames minces par la faible biréfringence, l'uniaxie, avec signe optique positif, de ses cristaux rhomboédriques. Dans quelques échantillons, ce sulfate renferme en abondance des lamelles très minces d'un minéral fort biréfringent, uniaxe et optiquement négatif. Elles sont empilées en grand nombre à axes parallèles dans leur hôte et présentent vraisemblablement la même orientation géométrique que lui. On ne les voit qu'exceptionnellement à l'œil nu; mais, quand on place un fragment de l'aphthitalite qui les contient dans l'eau, ce minéral se dissout et l'on voit apparaître une quantité considérable de très petites lamelles micacées, offrant l'apparence de paillettes d'acide borique. Les lamelles isolées par ce procédé ont quelquefois des contours rigoureusement hexagonaux, elles sont plus souvent corrodées, car l'eau les attaque; si celle-ci est bouillante, le minéral se décompose, en laissant un résidu lourd qui, aux forts grossissements, se montre parfois formé par de très petites lamelles losangiques d'environ 104° (cristaux d'anglésite aplatis suivant la base).

Notre minéral, malgré l'extrême minceur de ses cristaux, tombe rapidement dans l'iodure de méthylène (densité $> 3,33$). Il est anhydre et fond facilement au chalumeau; il se dissout dans l'acide azotique et donne les réactions de l'acide sulfurique, du plomb, du potassium et du sodium.

En traitant les croûtes qui le renferment par le moins possible d'eau froide, puis en séparant par lévigation les paillettes ainsi mises en liberté, j'ai pu extraire quelques décigrammes de matière, qui ont été encore purifiés à l'aide de l'iodure de méthylène. J'en ai confié l'analyse à M. Pisani, qui a obtenu les résultats suivants, déduction faite de 22,59 pour 100 de résidu insoluble, formé en grande partie par de l'hématite et par une très faible quantité d'un autre minéral très biréfringent, monoclinique, que je n'ai pu assimiler à aucune espèce connue. En regard de ces résultats (*a*), je donne la composition centésimale (*b*), après déduction du NaCl, constituant une impureté, enfin (*c*) la composition théorique correspondant à la formule $SO^4(K.Na)^2.SO^4Pb$.

	a.	*b.*	*c.*
SO^3	21,80	29,4	32,8
PbO	40,65	54,8	52,3
K^2O	9,10	12,3	11,6
Na^2O	2,60	3,5	3,3
NaCl	2,64	»	»
	76,79	100,0	100,0

Les différences existant entre les nombres observés et ceux fournis par le calcul sont assez grandes, mais elles peuvent sans doute s'expliquer par la trop faible quantité de la matière soumise à l'analyse. La preuve que le chlore ne fait pas partie de la composition du minéral m'a été fournie par une synthèse, facile à réaliser quand on se place dans les conditious naturelles, c'est-à-dire quand on opère par fusion des sulfates [1] indiqués plus haut en présence d'un grand excès de sulfates alcalins. Les lames hexagonales ainsi obtenues sont plus grandes que celles observées au Vésuve, mais leurs propriétés sont identiques.

Ce minéral n'appartient à aucune espèce connue; je propose de le désigner sous le nom de *palmiérite*, afin de rappeler le souvenir du savant napolitain, L. Palmieri, dont les intéressants travaux sur le Vésuve et en particulier sur les produits des fumerolles de l'éruption de 1872 sont bien connus de tous.

Dans la systématique, la palmiérite vient se placer à côté de la glaubérite ($SO^4Na^2.SO^4Ca$). Comme cette substance, elle est attaquable par l'eau en mettant en liberté ses deux composants, qui peuvent être ainsi obtenus sous forme cristallisée. Cette nouvelle espèce vient compléter et compliquer le petit groupe de sulfates doubles naturels de métaux mono et bivalents, qui ne comprenait jusqu'à présent que trois espèces, calciques ou magnésiennes, la *glaubérite*, la *vanthoffite* ($3SO^4Na^2.SO^4Mg$) et la *langbeinite* ($SO^4K^2.2SO^4Mg$), toutes trois formées dans des conditions naturelles bien différentes et par voie humide.

La connaissance de la palmiérite permet d'interpréter quelques observations antérieures faites au Vésuve. La présence du sulfate de plomb dans l'aphthitalite a été signalée déjà par A. Scacchi (éruptions de 1868 et 1872) [2], et tout récemment par M. Zambonini (éruption de 1906) [3], sans que l'existence d'un minéral spécial ait été soupçonnée : ce sulfate semble avoir été considéré plus ou moins explicitement comme se trouvant à l'état d'anglésite; cette dernière espèce a d'ailleurs été réellement constatée dans des fumerolles, soit à l'état terreux (1868, 1872), soit sous forme de cristaux

(1) Berthier a signalé (*Ann. de Chim. et de Phys.*, t. XXXVIII, 1828, p. 256) la formation de sels doubles par fusion du sulfate de plomb avec des sulfates alcalins et a préparé celui de sodium. Belton a obtenu (*Chem. News*, 1905, p. 191), par la voie humide, un sulfate double de même composition que le mien, mais dans lequel il ne signale pas de structure cristalline.

(2) *Rendic. R. Accad. Sc. Napoli*, t. VI, 1872, n° 12.

(3) *Atti R. Accad. Sc. Napoli*, t. XIII, 1906, n° 8.

nets fort rares (1906). M. Zambonini, qui a décrit ces derniers, bien que regardant comme possible leur genèse par l'action de SO^3 sur $PbCl^2$, a émis l'hypothèse qu'ils résultent peut-être de l'action de l'acide chlorhydrique sur du sulfate de plomb amorphe, provenant lui-même de l'oxydation de la galène qui, on le sait, a été observée lors de la dernière éruption. La découverte de la palmiérite rend plus naturel de considérer la formation d'anglésite comme le dernier terme d'un cycle évolutif complexe : 1° apport du plomb sous forme de chlorure volatil, accompagnant les chlorures alcalins; 2° transformation de tous ces chlorures en sulfates avec production de palmiérite et d'aphthitalite; 3° dissolution de ce dernier minéral par l'eau atmosphérique, puis, 4° décomposition de la palmiérite, avec résidu insoluble de sulfate de plomb, dont la cristallinité plus ou moins grande doit probablement dépendre de la vitesse du phénomène et de la température à laquelle il s'effectue.

En terminant, je signalerai brièvement une observation concernant les croûtes déliquescentes des *fumerolles acides*, que j'ai recueillies en avril 1906.

A. Scacchi, dans les nombreuses *analyses en bloc* qu'il a données de ce genre de produits (éruption de 1872), a montré que les chlorures de fer, de potassium, de sodium et de calcium y sont associés d'une façon constante à des chlorures d'aluminium et de magnésium, qu'il n'a pas observés, d'ailleurs, *sous une forme minéralogique*, mais qu'il a cependant proposé de désigner sous les noms de *chloromagnésite* ($MgCl^2.xH^2O$) et de chloraluminio (*chloraluminite*) ($AlCl^3.xH^2O$). En examinant au microscope des croûtes de cette catégorie, désagrégées dans l'acide chlorhydrique concentré, afin d'étudier les propriétés de leur minéral caractéristique, l'*érythrosidérite* ($FeCl^3.2KCl.H^2O$), j'ai pu constater que le chlorure d'aluminium y existe, d'une façon constante et parfois en grande quantité, à l'état parfaitement individualisé, avec des formes géométriques nettes; elles consistent en rhomboèdres obtus, quelquefois basés ou à arêtes culminantes arrondies, d'autres fois associés à un prisme hexagonal : ils sont très biréfringents, uniaxes et optiquement négatifs; ils possèdent, par conséquent, toutes les propriétés de l'hydrate ($AlCl^3.6H^2O$); il est possible de les isoler par recristallisation. Cette observation fixe donc la réalité de l'existence, comme minéral, de la chloraluminite et en donne les propriétés.

CHIMIE MINÉRALE. — *Nouveau mode de préparation du protoxyde de lithium anhydre. Sa chaleur de dissolution.* Note de M. DE FORCRAND.

I. *Préparation du protoxyde de lithium anhydre.* — M. Troost, dans son grand Mémoire de 1857 sur les composés du lithium, puis M. Lebeau, dans ses expériences de dissociation faites en 1903, ont montré que le carbonate de lithium peut se décomposer par la chaleur.

Les mesures exécutées par M. Lebeau donnent une tension de dissociation de 29^{mm} à 800°, de 91^{mm} à 1000°, et d'environ 300^{mm} à 1200°.

Mais cet auteur n'a pu utiliser cette décomposition pour préparer le protoxyde de lithium anhydre, comme il espérait le faire, parce qu'en chauffant à 1000° la nacelle se vidait complètement par suite de la volatilisation du Li^2O à cette température.

Cependant les nombres mêmes qu'il donne laissent penser que la préparation de l'oxyde est possible par ce moyen.

En effet, une tension de 29^{mm} à 800° est assurément suffisante pour qu'un courant de gaz inerte traversant l'appareil entraîne au fur et à mesure le gaz carbonique dégagé et que la décomposition devienne complète à cette température. D'autre part, j'ai montré récemment qu'à 780°-800° l'oxyde de lithium Li^2O n'a pas encore de tension de vapeur sensible.

J'ai donc repris l'expérience de M. Lebeau en chauffant dans une nacelle de platine, à 780°-800°, pendant plusieurs heures, $0^g,74$ ($\frac{1}{100}$ de molécule gramme) du carbonate de lithine pur, cristallisé et desséché, dans un courant de gaz hydrogène pur et sec passant à la vitesse moyenne de 250^{cm^3} à 300^{cm^3} par minute.

Le gaz carbonique se dégage, entraîné lentement par l'hydrogène. Au bout de 2 heures, la perte de poids est de $0^g,335$, soit environ les trois quarts de la perte théorique $0^g,44$.

Après 3 heures, on a éliminé exactement les $0^g,44$ du gaz carbonique, et en chauffant plus longtemps on constate que le poids reste constant.

La nacelle n'est pas attaquée; elle contient $0^g,30$ de Li^2O pur.

Cette substance forme une masse incolore, translucide, qui semble avoir été fondue et s'est moulée au fond de la nacelle. Elle n'est pas constituée par ces arborescences blanches que présente l'oxyde préparé par déshydratation de l'hydrate. C'est que, dans ce cas, le carbonate pur fond à 695°, alors qu'il n'a encore qu'une tension de dissociation négligeable, puis il reste liquide presque jusqu'à la fin de la décomposition à 800°, en dissolvant des quantités croissantes d'oxyde (lequel, à l'état de pureté, ne fond pas à 800°). Ce n'est que lorsque l'oxyde est presque complètement décarbonaté qu'il prend l'état solide à 800°.

Au contraire l'hydrate que l'on déshydrate par la chaleur devient solide ou au moins pâteux déjà vers 700°, à un moment où il contient encore beaucoup d'eau et le dégagement de la vapeur d'eau produit une sorte de rochage qui donne au produit obtenu par la méthode que j'ai décrite précédemment son aspect caractéristique.

Mais dans les deux cas on obtient de l'oxyde pur.

On peut donc préparer l'oxyde Li^2O aussi bien par la dissociation du carbonate que par la déshydratation de l'hydrate, dans un courant de gaz inerte sec, à 780°-800°

Il est singulier que des méthodes aussi simples n'aient pas encore été imaginées pour préparer un oxyde que l'on ne connaissait pas encore à l'état de pureté.

II. *Chaleur de dissolution du protoxyde de lithium anhydre.* — On sait que M. Békétoff (qui préparait Li^2O par l'action du charbon sur le carbonate) a donné : $+26^{Cal}$ pour sa chaleur de dissolution dans l'eau, sans indiquer d'ailleurs ni la dilution finale ni la température.

J'ai dissous dans l'eau plusieurs échantillons d'oxyde Li^2O préparés par les méthodes que je viens d'indiquer :

A. Li^2O contenant 1,5 pour 100 d'impuretés (dont on a négligé l'action sur l'eau) provenant de la déshydratation de la lithine pure du commerce:

$$+31^{Cal},040 \qquad +31^{Cal},065 \qquad +31^{Cal},196$$

B. Li^2O pur, préparé au moyen de l'hydrate pur cristallisé : $LiOH.H^2O$:

$$+31^{Cal},048 \qquad +31^{Cal},380 \qquad +31^{Cal},174$$

C. Li^2O pur, obtenu au moyen du carbonate cristallisé pur :

$$+31^{Cal},00.$$

La moyenne générale serait : $+31^{Cal},129$.

Mais je pense que les trois expériences B présentent plus de certitude que les autres et j'adopterai de préférence leur moyenne qui est : $+31^{Cal},200$.

Ce nombre est assez différent de celui qu'a donné M. Békétoff : $+26^{Cal}$.

Cet écart modifiera la valeur admise pour la chaleur de formation de Li^2O et pour celle de tous les composés du lithium lorsqu'on la calcule à partir de l'oxyde. Je reviendrai sur ce point.

Remarque. — Le nombre $+31^{Cal},200$ représente la chaleur de dissolution de Li^2O (30^g) dans 4^l d'eau, à la température de $+15°$.

En fait, dans mes expériences, j'ai opéré à des températures comprises

entre $+16°$ et $+20°$, et souvent avec une dilution finale plus grande que 4^l.

A ces températures, la chaleur de dissolution augmente de $0^{Cal},098$ par degré environ pour Li^2O. De sorte qu'à $+20°$ elle atteint $+31^{Cal},690$ et à $+10°$ elle serait réduite à $+30^{Cal},710$.

La dilution a aussi une grande importance. Ainsi Li^2O préalablement dissous dans 4^l dégage $+0^{Cal},306$ lorsque l'on étend la liqueur à 15^l, $+0^{Cal},390$ pour 20^l, $+0^{Cal},501$ pour 36^l. L'influence de la dilution est donc ici très grande, contrairement à ce qui se passe pour les bases alcalines et conformément à ce qui arrive aux bases alcalino-terreuses.

Ainsi la dissolution saturée de chaux étendue de beaucoup d'eau dégage $+0^{Cal},900$ (Berthelot), la baryte à 1^{mol} de BaO pour 12^l donne : $+0^{Cal},240$ lorsqu'on ajoute 12^l d'eau (Berthelot), et j'ai constaté que de 20^l à 40^l la strontiane dégage $+0^{Cal},653$.

Ce fait s'ajoute à tous ceux qui écartent le lithium des métaux alcalins pour le rapprocher des alcalino-terreux.

On doit en tenir compte dans la discussion des expériences faites jusqu'ici.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydratation sulfurique des oxydes éthyléniques.* Note de M. LOUIS HENRY.

L'hydratation directe de l'*épichlorhydrine* $ClCH^2 - \underset{\diagdown O \diagup}{CH - CH^2}$, sous l'action d'un agent excitateur tel que l'acide sulfurique, constitue, comme on sait, la meilleure méthode de préparation de la *monochlorhydrine glycérique primaire* $ClCH^2 - CH(OH) - CH^2(OH)$ ([1]).

Or l'épichlorhydrine n'est que l'oxyde de propylène monochloré et la monochlorhydrine glycérique qui en est l'hydrate, le glycol propylénique monochloré.

Tous les oxydes des hydrocarbures éthyléniques, renfermant le système $> \underset{\diagdown O \diagup}{C - C} <$, se comportent comme l'épichlorhydrine.

([1]) Voir A. BIGOT, *Sur quelques dérivés de la glycérine* (*Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. XXII, 1891, p. 433).

On voit immédiatement que l'on peut trouver dans cette réaction une méthode pratique de préparation des *glycols éthyléniques* $> \underset{\displaystyle OH}{C} - \underset{\displaystyle OH}{C} <$ en général. Il faut pour cela que les oxydes correspondants, à hydrater, soient des composés faciles à obtenir. C'est le cas aujourd'hui pour un grand nombre d'entre eux; l'application de la réaction de Grignard aux *acétones monochlorées* renfermant le système $- CO - CCl -$, et aux éthers des *acides gras monochlorés* $- Cl CH - CO(OC^2H^5)$ permet en effet d'arriver, dans des conditions avantageuses, à de nombreuses chlorhydrines d'ordre éthylénique renfermant le complexe $> \underset{\displaystyle OH}{C} - CCl <$, à l'aide desquelles on obtient très aisément les *oxydes éthyléniques* correspondants $> C - C <$ (pont O) par l'action des alcalis caustiques.

Il y a là une méthode fort commode de préparation de *glycols continus* de genre fort varié.

En voici quelques-uns qui ont été obtenus de cette façon dans mon laboratoire :

1° $(CH^3)^2 = \underset{\displaystyle OH}{C} - CH^2(OH)$. Éb. 177°-178°.

2° $(CH^3 - CH^2)^2 = \underset{\displaystyle OH}{C} - CH^2(OH)$. Solide cristallisable; fus. 46°; éb. 200°-202°; pr. 756^{mm}.

3° $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 - CH^2 \end{matrix} > \underset{\displaystyle OH}{C} - CH^2(OH)$. Liquide; éb. 190°; pr. 756^{mm}.

4° $(CH^3)^2 = \underset{\displaystyle OH}{C} - \underset{\displaystyle OH}{CH} - CH^3$. Éb. 177°-178°.

5° $\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix} > \underset{\displaystyle OH}{C} - \underset{\displaystyle OH}{C} - CH^2 - CH^3$. Liquide; éb. 184°-185°; préparé par un de mes élèves, M. Buchet, en partant de $(C^2H^5O)CO - CHCl - CH^2 - CH^3$.

Le rendement de ces opérations en glycol, par rapport à l'oxyde, peut être regardé comme intégral ou approchant de l'intégrabilité.

Je décrirai une de ces opérations qui aboutit à un glycol, jusqu'ici malaisé à obtenir en quantité quelque peu notable, le *glycol isobutylénique* $(H^3C)^2 = \underset{\displaystyle O}{C} - CH^2(OH)$.

10g d'oxyde d'isobutylène $(H^3C) = C - CH^2$ (éb. 52°) ont été introduits dans 30g d'eau. L'oxyde surnage. La température extérieure était 18°. On laisse tomber dans cette masse liquide une goutte d'acide sulfurique dilué au $\frac{1}{10}$. Il se produit un rapide et vif échauffement. Le liquide se met à bouillir et le thermomètre s'élève jusqu'à 8°, une partie du liquide est même projetée au dehors.

Le glycol formé est séparé du liquide après refroidissement, par K^2CO^2. Desséché par ce même sel fondu, il bout à 178°-179°, sous la pression de 764^{mm}.

Je tiens à faire remarquer qu'avec des oxydes plus riches en carbone l'échauffement est moins vif, et la réaction plus aisée à conduire.

On remarquera encore combien les oxydes éthyléniques, oxydes *continus* $>C - C<$ (O), diffèrent sous ce rapport des oxydes glycoliques *discontinus*, tels que $CH^2 - (CH^2)^2 CH^2$ (O), $CH^3 - CH - (CH^2) - CH - CH^3$ (O), etc. Ceux-ci, prenant naissance par l'action de H^2SO^4 aq. sur les glycols eux-mêmes, ne sont pas affectés par cet agent, pas plus que l'oxyde d'éthyle lui-même $(CH^3 - CH^2)^2O$.

Je tiens à rappeler, en finissant cette Note, le travail magistral publié en 1882, par Eltekoff, sur les oxydes éthyléniques.

Il y est question de leur hydratation directe. Je reviendrai sur cette réaction dans un travail spécial (1).

Je tiens à constater aussi, pour l'en remercier, toute la part qui revient dans ces recherches à mon assistant M. Auguste Dewael.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie le décès de M. *Charles Trépied*, Correspondant pour la Section d'Astronomie, et de M. *A. Crova*, Correspondant pour la Section de Physique.

L'Académie royale des Sciences et des Lettres de Danemark, l'Académie royale des Sciences de Prusse, l'Académie impériale des Sciences

(1) *Bulletin de la Société chimique de Saint-Pétersbourg*, t. XIV, 1882, p. 355.

DE **Saint-Pétersbourg**, l'**Académie des Sciences morales et politiques** adressent leurs remercîments pour l'envoi d'un exemplaire de la Médaille commémorative de la première réunion de l'Association internationale des Académies.

L'**Académie impériale des Sciences de Vienne** adresse des remercîments pour le même objet, en son nom et en celui de l'Association internationale des Académies.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Les prix Nobel en* 1904.

2° *Le Chronographe imprimant de M.* P. Gautier, *sa description, son emploi;* par M. F. Boquet. (Présenté par M. Lœwy.)

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes c et d* (1907) *faites à l'Observatoire d'Alger, à l'équatorial coudé de* $0^m,318$. Note de MM. **Rambaud** et **Sy**, présentée par M. Lœwy.

Dates. 1907.	Temps moyen d'Alger.	Comètes.	Δα.	Δδ.	Nombre de compar.	Étoiles.	Obs^rs.
	h m s		m s	′ ″			
Juin 5......	9.38.52	c	+2.40,90	−14. 5,0	12:12	1	S
» 5......	9.58.52	c	+2.44,69	−14.15,8	12:12	1	R
» 7......	9.32.49	c	+0.24,71	− 1.34,4	12:12	2	R
» 7......	9.53. 4	c	+0.28,89	− 1.40,8	12:14	2	S
» 8......	8.44.23	c	+2. 1,58	+ 4.20,8	14:10	3	S
» 8......	9.18.36	c	+2. 7,86	+ 4. 6,0	14:10	3	R
» 14......	9.25.35	c	+0.48,26	− 1.47,1	13:12	4	R
» 16......	14.33.17	d	+2.39,27	−15.33,9	18:16	5	R
» 17......	14. 2.41	d	+0.27,44	− 3.55,0	12:12	6	R
» 17......	14.16. 5	d	+0.29,34	− 3.46,7	12:12	6	S
» 18......	14.22.43	d	+0.29,73	+10. 8,8	12:12	7	R
» 18......	14.35.35	d	+0.31,59	+10.17,6	12:12	7	S
» 19......	14.16.41	d	+1.21,55	+10.14,2	15:10	8	R
» 19......	15. 7.41	d	+1.28,51	+10.48,1	15:10	8	S

Positions des étoiles de comparaison pour 1907,0.

Étoiles.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne.	Réduction au jour.	Autorités.
	h m s	s	° ′ ″	″	
1..	10.28.41,42	+0,01	+23.49.49,2	+ 2,5	A.G. Berlin B., n° 4052
2..	10.39.37,86	+0,05	+23.19.24,5	+ 2,7	B.B., t. VI, n° 2256
3..	10.42.14,68	+0,06	+23. 3.56,5	+ 2,7	A.G. Berlin B., n° 4098
4..	11. 9.52,15	+0,15	+21.58 55,2	+ 3,1	Id. n° 4218
5..	0. 4.41,84	+0,29	+ 0.43.35,1	+ 1,7	A.G. Nicolajew, n° 15
6..	0. 9.50,52	+0,29	+ 0.46.49,3	+ 1,8	Id. n° 25
7..	0.12.54,97	+0,30	+ 0.48.24,3	+ 1,9	Id. n° 35
8..	0.15.11,23	+0,32	+ 1. 3.57,9	+ 2,0	Id. n° 43

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Comètes.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.
		h m s		° ′ ″	
Juin 5.......	*c*	10.31.22,33	$\bar{1}$,648	+23.35.46,7	0,531
» 5.......	*c*	10.31.26,12	$\bar{1}$,668	+23.35.35,9	0,558
» 7.......	*c*	10.40. 2,62	$\bar{1}$,639	+23.17.52,8	0,525
» 7.......	*c*	10.40. 6,80	$\bar{1}$,661	+23.17.46,4	0,552
» 8.......	*c*	10.44.16,32	$\bar{1}$,566	+23. 8.20,0	0,462
» 8.......	*c*	10.44.22,60	1,620	+23. 8. 5,2	0,508
» 14.......	*c*	11.10.40,56	$\bar{1}$,622	+21.57.11,2	0,529
» 16.......	*d*	0. 7.21,40	$\bar{1},607_n$	+ 0.28. 2,9	0,717
» 17.......	*d*	0.10.18,25	$\bar{1},636_n$	+ 0.42.56,1	0,717
» 17.......	*d*	0.10.20,15	$\bar{1},624_n$	+ 0.43. 4,4	0,716
» 18.......	*d*	0.13.25,00	$\bar{1},617_n$	+ 0.58.35,0	0,715
» 18.......	*d*	0.13.26,86	$\bar{1},601_n$	+ 0.58.43,8	0,714
» 19.......	*d*	0.16.33,10	$\bar{1},949_n$	+ 1.14.14,1	0,714
» 19.......	*d*	0.16.40,06	$\bar{1},557_n$	+ 1.14.48,0	0,711

La comète *c* est extrêmement faible; on distingue cependant une condensation; observations difficiles.

La comète *d* a une chevelure dont la tête arrondie a un diamètre d'environ 3′ avec une condensation centrale de 7″ dont l'éclat est comparable à celui d'une étoile de 9e grandeur. L'angle de position de la direction de la queue a été trouvé d'environ 247°, le 18 juin.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une espèce de Géométrie analytique des systèmes de fonctions sommables*. Note de M. **Frédéric Riesz**, présentée par M. Émile Picard.

Dans une conférence faite à Göttingen, à la Société mathématique, le 26 février de cette année, j'ai énoncé les résultats de mes recherches sur des systèmes de fonctions sommables. Ensuite je communiquai les principaux de ces résultats dans deux Notes publiées dans ces *Comptes rendus* (18 mars et 2 avril) et dans une Note, peu différente, publiée dans les *Göttinger Nachrichten* (1907, p. 116). J'avais l'intention de ne reprendre le sujet que dans un Mémoire contenant les détails et plusieurs applications et qui paraîtra dans les *Mathematische Annalen*. Cependant deux Notes de M. Fischer parues récemment (le 13 et le 27 mai) dans ces *Comptes rendus* et qui s'occupent de mes recherches me forcent de changer mon projet.

Le but de mes recherches était : « Approfondir la méthode des coordonnées appliquée à l'étude des systèmes de fonctions sommables. » A qui revient le mérite d'avoir introduit la notion de coordonnée dans la théorie des fonctions sommables? Vraiment, il serait difficile de le dire. Ce qui est sûr, c'est qu'après les résultats fondamentaux relatifs aux séries de Fourier, trouvés ces dernières années par plusieurs géomètres et fondés la plupart sur ceux de M. Fejér, l'idée de représenter une fonction par ses constantes de Fourier devait devenir très familière. De cette façon, on parvenait à représenter l'ensemble des fonctions sommables sur un sous-ensemble de l'espace d'une infinité dénombrable de dimensions. Quel est ce sous-ensemble? Jusqu'à aujourd'hui on ne sait pas le dire.

Or, pour une classe plus spéciale, pour le système des fonctions sommables et de carré sommable, la solution du problème ne comporte plus tant de difficultés. Pour cette classe, il existe un lien plus intime entre la fonction et sa série de Fourier ou donc, entre la fonction et d'autres séries analogues, conséquence du fait que ces séries sont les solutions de problèmes très simples d'approximation. Pour cette classe de fonctions on peut définir une notion de distance et l'on peut fonder sur cette notion une théorie géométrique des systèmes de fonctions, théorie qui ressemble à la géométrie synthétique. D'autre part, la notion de distance peut aussi être définie d'une manière simple pour un sous-ensemble de points de notre

espace; c'est pour l'ensemble des points dont la somme des carrés des coordonnées converge. Or, grâce au théorème sur l'intégration du produit de deux fonctions représentées par leurs constantes de Fourier, le lien entre ces deux notions de distance est très intime; il permet de faire correspondre à cette géométrie synthétique des fonctions une géométrie analytique. Ce parallélisme des deux théories ne devient complet que par mon théorème d'existence qui assure que chaque point jouant un rôle dans cette géométrie analytique peut être regardé comme image d'une fonction sommable de carré sommable. Alors, toute la géométrie de notre sous-ensemble de points, géométrie qui peut être développée sans difficultés, se laisse traduire dans une théorie des systèmes des fonctions sommables, de carré sommable. C'est pourquoi dans mes Notes je n'ai plus insisté sur cette théorie, j'ai supprimé bien des résultats dont j'étais en possession, ne voulant les publier que dans mon Mémoire.

Je le répète, c'était la théorie analytique que j'avais en vue. Au contraire, dans ses deux Notes mentionnées ci-dessus M. Fischer développe, d'une manière très élégante, la théorie synthétique; il retrouve, en outre, le cas particulier, relatif à des fonctions définies dans un intervalle, de mon théorème fondamental. Il me faut remarquer que les fondements de cette théorie, la notion de fonction limite basée sur la notion de distance, se trouvent déjà dans ma Note : *Sur les ensembles de fonctions* (*Comptes rendus*, 12 novembre 1906); la convergence en moyenne d'une suite de fonctions vers une fonction, introduite par M. Fischer, revient à cette notion de fonction limite.

Pour fixer mes résultats, conséquences immédiates de mon théorème, j'en énonce encore deux. Voici le premier, intimement lié à certaines recherches de MM. Hadamard et Fréchet. Pour l'ensemble des fonctions sommables, de carré sommable, j'appelle *opération continue* chaque opération faisant correspondre à toute fonction f de l'ensemble un nombre $U(f)$ et telle que, quand f_n converge en moyenne vers f, $U(f_n)$ converge vers $U(f)$. L'opération est dite linéaire si $U(f_1+f_2)=U(f_1)+U(f_2)$ et $U(cf)=cU(f)$. Alors pour chaque opération linéaire continue il existe une fonction k telle que la valeur de l'opération pour une fonction quelconque f est donnée par l'intégrale du produit des fonctions f et k.

Le second résultat se rapporte à un problème posé et traité par M. Schmidt. Soit $\varphi_1(x), \varphi_2(x), \ldots$ une suite de fonctions continues, intégrales indéfinies des fonctions $\psi_1(x), \psi_2(x), \ldots$, sommables et de carré sommable. Alors, pour que chaque fonction $f(x)$ puisse être représentée par

une série uniformément convergente dont les membres sont des agrégats linéaires des fonctions $1, \varphi_1(x), \varphi_2(x), \ldots$, il suffit qu'il n'existe pas de fonction sommable, de carré sommable, orthogonale en même temps à chaque fonction $\psi(x)$,

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation fonctionnelle de M. Fredholm.* Note de M. **A. Korn**, présentée par M. Émile Picard.

Les travaux intéressants de ces dernières années, qui se rattachent à l'équation fonctionnelle de M. Fredholm

$$f(s) = \varphi(s) + \lambda \int_a^b \mathrm{K}(s, t)\varphi(t)\,dt, \tag{1}$$

contiennent de nombreuses applications de cette équation fonctionnelle à la Physique mathématique. Comme dans les démonstrations connues de la méthode de M. Fredholm, le *noyau* $\mathrm{K}(s, t)$ (*Kern* de M. Hilbert) est supposé continu ou satisfaisant à certaines conditions de discontinuité assez restreintes, qui ne sont pas toujours remplies dans les problèmes de la Physique mathématique, surtout quand on procède aux problèmes dans l'espace à trois dimensions, des difficultés surgissent; des difficultés d'une nature analogue ont déjà été vaincues, pour un grand nombre de ces problèmes, par des travaux ayant comme point de départ les méthodes d'approximations successives de MM. Neumann, Schwarz, Picard, et surtout celle de M. Poincaré exposée dans son célèbre Mémoire sur les équations de la Physique mathématique, et il me semble utile d'essayer une tactique diamétralement opposée à celle dont on s'est servi jusqu'à présent : *de traiter l'équation fonctionnelle de M. Fredholm par les méthodes connues de la Physique mathématique.*

Il s'agit, en somme, de démontrer le lemme suivant (1) :

Soient $f_1(s), f_2(s), \ldots f_p(s)$ p fonctions linéairement indépendantes et

(1) On s'aperçoit aisément de l'analogie de ce théorème avec le théorème connu de M. Poincaré [voir la démonstration générale du théorème de M. Poincaré dans mes *Abhandlungen zur Potentialtheorie* (Berlin, Ferd. Dümmler's Verlag, Abh. IV, 1901)].

continues dans l'intervalle ab, et posons

$$(2)\qquad \begin{cases} f = \alpha_1 f_1 + \alpha_2 f_2 + \ldots + \alpha_p f_p, \\ f^1(s) = \int_a^b K(s,t)[\alpha_1 f_1(t) + \alpha_2 f_2(t) + \ldots + \alpha_p f_p(t)]\,dt. \end{cases}$$

En désignant par $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_p$ des constantes, alors on peut toujours choisir les constantes α_j de manière que l'inégalité

$$(3)\qquad \frac{\int_a^b [f^1(s)]^2\,ds}{\int_a^b [f(s)]^2\,ds} \leqq L_p^2$$

soit satisfaite, où L_p est un nombre que l'on peut faire aussi petit que l'on veut, en agrandissant p.

Si l'on peut démontrer ce lemme, on pourra, dans le cas d'un noyau symétrique, où les fonctions successives

$$(4)\qquad \begin{cases} f^0(s) = \varphi(s), \\ f^j(s) = \int_a^b K(s,t) f^{j-1}(t)\,dt \qquad (j = 1, 2, \ldots) \end{cases}$$

satisfont à la condition

$$(5)\qquad \begin{cases} \int_a^b [f^j(s)]^2\,ds = \int_a^b f^{j-1}(s) f^{j+1}(s)\,ds \\ \qquad \leqq \sqrt{\int_a^b [f^{j-1}(s)]^2\,ds \int_a^b [f^{j+1}(s)]^2\,ds}, \end{cases}$$

à l'aide de méthodes bien connues, sans avoir recours aux démonstrations de M. Fredholm et de M. Hilbert, démontrer tous les résultats obtenus par ces éminents géomètres concernant la solution du problème (¹), sur les valeurs singulières λ_k de λ et sur les fonctions satisfaisant aux équations

$$(6)\qquad F_k(s) = \lambda_k \int_a^b K(s,t) F_k(t)\,dt.$$

(¹) Y compris les développements d'après les fonctions $F_k(s)$ traités par MM. Fredholm, Hilbert, E. Schmidt, Kneser.

Or la démonstration du lemme proposé ci-dessus est d'une simplicité frappante, si $K(s, t)$ est une fonction continue de ses arguments dans l'intervalle a, b. En effet, on n'a qu'à diviser l'intervalle a, b en p sous-intervalles

$$a_j a_{j+1} \qquad (j = 1, 2, \ldots, p); \qquad a_1 = a, \quad a_{p+1} = b$$

et calculer les constantes α_j de manière que l'on ait

$$(7) \quad \begin{cases} \alpha_1 \int_{a_j}^{a_{j+1}} K(s, t) f_1(t)\, dt + \ldots + \alpha_p \int_{a_j}^{a_{j+1}} K(s, t) f_p(t)\, dt = 0, \\ \alpha_1^2 + \ldots + \alpha_p^2 = 1, \end{cases}$$

alors on aura l'identité

$$(8) \quad f^1(s) \equiv \int_a^b K(s, t) f(t)\, dt \equiv \int_a^b \frac{f(t)}{a_{j+1} - a_j} \int_{a_j}^{a_{j+1}} [K(t, s) - K(t, u)]\, du\, dt,$$

d'où l'on tirera

$$(9) \quad \begin{cases} |f^1(s)| \overline{\gtrless} l_p \int_a^b |f(t)|\, dt \overline{\gtrless} l_p \sqrt{|b - a|} \sqrt{\int_a^b [f(t)]^2\, dt}, \\ \int_a^b [f^1(s)]^2\, ds \overline{\gtrless} |b - a|\, l_p^2 \int_a^b [f(s)]^2\, ds, \end{cases}$$

en désignant par l_p la valeur la plus grande de la différence

$$|K(t, s) - K(t, u)| \qquad \left[a_j \lessgtr \binom{u}{s} \lessgtr a_{j+1}\right]$$

dans n'importe lequel des intervalles a_j, a_{j+1}. Comme on peut, en agrandissant p, faire les intervalles a_j, a_{j+1} aussi petits que l'on veut, on arrivera facilement à notre proposition, si $K(s, t)$ est supposé continu.

Mais on voit aussitôt par l'identité (8) que, dans beaucoup de cas où le noyau $K(s, t)$ n'est pas continu, la méthode de M. Poincaré sera tout de même applicable, par exemple si

$$|K(t, s) - K(t, u)| \overline{\gtrless} L_p \psi(t, s) \qquad \left[a_j \lessgtr \binom{u}{s} \lessgtr a_{j+1}\right],$$

et si seulement l'intégrale

$$\int_a^b \int_a^b [\psi(t, s)]^2\, dt\, ds$$

possède une valeur finie.

L'identité (8) suggère même des applications encore bien plus générales; elle deviendra le point de départ d'une généralisation de la méthode de M. Poincaré, d'une nouvelle démonstration générale de la méthode de la moyenne arithmétique de M. Neumann, d'une nouvelle démonstration de ma méthode pour résoudre les équations d'équilibre dans la théorie de l'élasticité, etc.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les ensembles de fonctions et les opérations linéaires.* Note de M. **Maurice Fréchet**, présentée par M. Émile Picard.

M. Riesz a montré [1] qu'on peut généraliser quelques propriétés des ensembles de fonctions continues en modifiant convenablement la définition des fonctions limites.

Pour opérer dans le champ (R) des fonctions sommables [2] et de carrés sommables, définies par exemple dans l'intervalle $(0, 2\pi)$, il considère une telle fonction $f(x)$ comme limite d'une suite de fonctions $f_1(x), \ldots, f_n(x), \ldots$ lorsque l'expression $\sqrt{\int_0^{2\pi} [f(x) - f_n(x)]^2\, dx}$ tend vers zéro avec $\frac{1}{n}$. Conformément aux dénominations plus générales de ma Thèse [3], j'appellerai cette quantité l'*écart des deux fonctions* f, f_n et je considérerai, après M. Riesz, que deux fonctions dont l'écart est nul ne sont pas distinctes (quoiqu'elles ne soient pas égales en tout point).

En appliquant cette définition, j'ai été amené aux deux résultats suivants :

1. *Opérations linéaires.* — En généralisant le champ de définition des opérations linéaires considérées par M. Hadamard [4], je dirai qu'une opération U_f est définie dans le champ (R) si, à toute fonction $f(x)$ sommable et de carré sommable, on fait correspondre un nombre réel U_f bien déterminé. Je dirai qu'une telle opération est linéaire si :

---

(1) *Sur les ensembles de fonctions* (*Comptes rendus*, 12 novembre 1906).

(2) J'adopte ici la définition de l'intégrale de M. Lebesgue (*Leçons sur l'intégration*, p. 115).

(3) *Sur quelques points du Calcul fonctionnel* (*Rendiconti del Circolo di Mat. di Palermo*, t. XXII, 1906).

(4) Je donne une autre généralisation dans un Mémoire qui va paraître.

1° On a $U_{f_1+f_2} = U_{f_1} U_{f_2}$;

2° On a $U_f = \lim_{n=\infty} U_{f_n}$ lorsque l'écart $\sqrt{\int_0^{2\pi} [f(x) - f_n(x)]^2 \, dx}$ tend vers zéro.

Ceci étant, j'ai pu démontrer qu'*à toute opération linéaire* U_f *définie dans le champ* (R), *on peut faire correspondre une fonction* $u(x)$ *sommable et de carré sommable telle que l'on ait* $U_f \equiv \int_0^{2\pi} f(x) u(x) \, dx$.

Réciproquement, quelle que soit la fonction $u(x)$ du champ (R), l'expression précédente définit une opération linéaire dans le champ (R).

2. *Ensembles compacts de fonctions de* (R). — J'ai montré dans ma Thèse que, pour étendre aux ensembles abstraits les propriétés des ensembles ponctuels, il y avait lieu de substituer, à la condition pour un ensemble ponctuel d'être limité, la condition pour un ensemble abstrait d'être *compact*. Un ensemble sera dit *compact* lorsque, de toute infinité d'éléments de cet ensemble, on peut extraire une suite infinie ayant un élément limite. Il faut alors (comme je l'ai fait dans ma Thèse) rechercher pour chaque classe concrète étudiée à quelle condition un ensemble d'éléments de cette classe est compact. Le résultat permettra en particulier de donner dans chaque cas une réponse précise à la généralisation d'une question importante de M. Hadamard concernant les ensembles de fonctions continues ([1]).

En adoptant le point de vue de M. Riesz, j'ai été amené à rechercher cette condition en ce qui concerne la classe (R). Pour cela, observons que, à toute fonction sommable, on peut faire correspondre sa série de Fourier

$$f(x) \sim \frac{a_0}{2} + (a_1 \cos x + b_1 \sin x) + \ldots + (a_n \cos nx + b_n \sin nx) + \ldots,$$

sans préjuger en quoi que ce soit la convergence de cette série. Réciproquement, cette série étant donnée, pour qu'il lui corresponde une fonction $f(x)$ sommable et de carré sommable, il faut et il suffit, d'après M. Riesz, que la série $\Sigma(a_n^2 + b_n^2)$ converge.

Ceci étant, j'ai obtenu la condition cherchée sous la forme suivante :

Soit E *un ensemble de fonctions sommables et de carrés sommables dans l'intervalle* $(0, 2\pi)$. *Pour que de toute infinité de fonctions de* E, *on puisse*

([1]) Voir ma Thèse, p. 37, 25.

extraire une suite infinie ayant une fonction limite (au sens indiqué plus haut), il faut et il suffit :

1° *Qu'il existe un nombre positif* M *tel que l'on ait, pour toute fonction de l'ensemble* E,

$$\frac{a_0^2}{2} + a_1^2 + b_1^2 + \ldots + a_n^2 + b_n^2 + \ldots < \mathrm{M};$$

2° *Qu'à tout nombre positif* ε *on puisse faire correspondre un entier* n *tel que l'on ait, pour toute fonction de l'ensemble* E (*n restant fixe*),

$$a_n^2 + b_n^2 + a_{n+1}^2 + b_{n+1}^2 + \ldots < \varepsilon.$$

PHYSIQUE. — *Émission secondaire cathodique des métaux sous l'influence des rayons* α. Note [1] de M. **Marcel Moulin**, présentée par M. Mascart.

L'existence d'un rayonnement secondaire des rayons α, admis au début par différents auteurs, a depuis été mise en doute par différents expérimentateurs, en particulier par M. Bragg et par MM. Kucera et Maseck.

Toutefois, l'émission de corpuscules par les métaux frappés par les rayons canaux semblait très en faveur d'une émission analogue pour les rayons α. J'ai pu, dans ce cas, mettre en évidence une émission de rayons cathodiques sensiblement sans vitesse et, par conséquent, incapables d'ioniser les gaz.

Le rayonnement d'une lame de polonium [2], canalisé par une série de tubes, est débarrassé des rayons cathodiques lents qui accompagnent les rayons α en lui faisant traverser une différence de potentiel convenable établie entre les tubes et une toile métallique t' qui fait partie de l'écran protecteur du conducteur isolé. Les rayons traversent alors une deuxième toile métallique t que l'on peut porter à un potentiel variable et tombent sur une plaque du métal M étudié, reliée à l'électromètre. Le tout est placé sous une cloche dans laquelle on peut faire un vide élevé. Un volet mobile permet d'obturer la toile métallique t pour mesurer la fuite permanente de l'appareil.

Si t est chargée positivement par rapport à t', c'est-à-dire par rapport au

---

[1] Présentée dans la séance du 17 juin 1907.

[2] Cette lame m'a été donnée par Mme Curie.

potentiel initial de M, l'électromètre recueille un courant

$$i_+ = i_0 + \alpha + \beta,$$

qui se compose du courant très faible i_0 dû au gaz résiduel, de la charge apportée par les rayons α et de la charge négative β emportée par les rayons secondaires cathodiques. Si, au contraire, t est chargée négativement, les rayons secondaires, pour un potentiel convenable, retombent sur la plaque M et le courant a pour valeur

$$i = -i_0 + \alpha.$$

L'expérience a montré une dissymétrie énorme entre ces deux courants, dissymétrie qui diminue dans de grandes proportions en présence d'un champ magnétique parallèle à M, qui dévie les rayons secondaires, leur fait décrire des cycloïdes et les ramène sur M.

Les rayons secondaires sont arrêtés par une différence de potentiel de quelques volts seulement, quand t est négatif et le courant est très faible. Lorsque t est positif, on trouve, en fonction du potentiel, une sorte de courbe de saturation, la saturation n'étant obtenue que pour une différence de potentiel de 15 à 20 volts.

L'action du champ magnétique permet de déterminer l'ordre de grandeur de $\frac{e}{m}$ pour ces rayons secondaires; j'ai été ainsi conduit à une valeur voisine de 10^7.

Les mesures étaient d'ailleurs rendues difficiles par les variations continuelles de la fuite par l'air qui est d'un ordre de grandeur voisin des courants mesurés (inférieur à 10^{-4} U. E. S.). Dans ces conditions, je n'ai pu mettre en évidence d'une manière certaine la charge des rayons α. J'espère pouvoir supprimer cette fuite à l'aide d'un dispositif que j'indiquerai ultérieurement et déterminer le rapport des intensités des rayons secondaires à l'intensité des rayons α pour différentes vitesses et différents métaux.

PHYSIQUE. — *Gouttes formées dans un champ magnétique.* Note de MM. **H. Ollivier** et **Pierre Sève**, présentée par M. D. Gernez.

Une goutte d'eau (diamagnétique) formée dans un champ magnétique intense est soumise, quand elle tombe, à des forces qui la repoussent hors

du champ. La vitesse du centre de gravité augmente, comme si la hauteur de chute était augmentée d'une quantité ε égale à la dénivellation de l'eau dans un tube en U dont une des branches est dans le champ et l'autre hors du champ.

Le rejaillissement [1] met très facilement en évidence cet accroissement de vitesse, qu'il serait bien difficile d'observer directement. L'expérience réussit sans précautions spéciales avec le plus médiocre électro-aimant. Les petites gouttes formées dans l'entrefer [2] tombent sur une surface enfumée très inclinée, placée au-dessous, hors du champ.

Au moment du rejaillissement, une gouttelette G' se détache de la goutte principale et s'élève à une hauteur z', bien constante. z' est fonction de la somme de la vitesse de chute et de la vitesse vibratoire; quand la hauteur de chute augmente, z' varie rapidement en présentant une série de maxima et de minima correspondant aux espaces parcourus par la goutte pendant les périodes de sa vibration.

Le moindre changement de la vitesse de chute ou de la vitesse vibratoire produit une variation relativement considérable de z'.

Si l'on établit le champ, la hauteur de rejaillissement z' augmente ou diminue suivant la phase : sa variation peut dépasser 20 ou 50 fois la dénivellation ε; elle est toujours dans le sens qui correspond à une augmentation de la vitesse de chute [3].

Le phénomène est exactement inverse avec une solution magnétique : la goutte qui tombe est soumise à des forces qui tendent à la retenir dans l'entrefer. La hauteur de rejaillissement éprouve une variation considérable, et dans le sens qui correspond à une diminution de la vitesse de chute [4].

---

(1) Voir, pour la description et les photographies de ce phénomène, H. Ollivier, *Recherches sur la capillarité,* Chapitre IV (*Ann. de Chim. et de Phys.,* février et mars 1907).

(2) Si l'orifice d'écoulement est placé au-dessus de l'électro-aimant, les gouttes traversant le champ en tombant, on n'observe aucune variation du rejaillissement.

(3) *Exemple.* — Gouttes d'eau formées lentement au bout d'un tube de platine enduit de cire (diamètre : $0^{mm},4$) $z = 38^{mm}$. Champ : 19000 C.G.S. environ. Dénivellation mesurée de l'eau $\varepsilon = 1^{mm},34$. Le courant étant *supprimé,* z' augmente de 2^{cm}. En abaissant la surface de $1^{mm},3$, z' reprend la même valeur. (D'ailleurs, la gouttelette projetée est plus grosse.)

(4) *Exemple.* — Solution diluée de sulfate de manganèse; même champ. Dénivellation : $2^{mm},15$. Le rejaillissement se produisant, on établit le champ : le rejaillissement est alors supprimé. Pour le faire réapparaître avec la même intensité, il suffit de faire descendre la surface enfumée de $1^{mm},5$.

La discussion de ces expériences se fait simplement si la différence des temps de chute ne dépasse pas une période. On a donc avantage à opérer avec des valeurs du champ progressivement croissantes.

THERMOCHIMIE. — *Données thermochimiques relatives à la base ammoniomercurique et à ses hydrates.* Note de M. H. GAUDECHON, présentée par M. A. Ditte.

J'ai rapporté dans une Note précédente (ce Volume, p. 1268) quelques faits relatifs à la base ammoniomercurique; j'ajouterai que la potasse à froid, quelle qu'en soit la concentration, n'agit pas sur la base, mais que, vers 100°, elle la décompose intégralement en HgO et AzH^3. Il suffit, pour le constater, de prendre les précautions indiquées dans l'étude de l'action de l'eau et d'éviter la présence du carbonate de potasse. On obtient l'oxyde mercurique cristallisé brun sous la nouvelle forme indiquée dans la Note précitée.

Certains auteurs ont prétendu que cette décomposition n'était pas complète. Gerresheim a rapporté qu'il se formait de l'azoture de mercure; c'est à tort, je pense. Je rappellerai d'ailleurs que Schmieder a décomposé complètement le sulfate de la base par l'action de la potasse à chaud, avec dégagement de l'azote total à l'état d'ammoniaque.

Action du cyanure de potassium. — Pour les déterminations calorimétriques, il était nécessaire de trouver un dissolvant instantané. Cette base étant lentement dissoute par les acides, j'ai employé le cyanure de potassium. L'état final est alors parfaitement déterminé, la réaction s'opérant suivant l'équation

$$(AzHg^2)^2O + 7H^2O + 8KCAz = 4Hg(CAz)^2 + 2AzH^3 + 8KOH.$$

J'ai en effet constaté que, dans cette action, l'alcalinité totale après la dissolution du corps correspond à $5SO^4H^2$ et que, à froid, l'AzH^3 dégagé sature $1SO^4H^2$.

Calcul de la chaleur de formation de la base anhydre à partir des éléments. — Cette détermination a été faite avec le concours de trois systèmes de cycles différents.

J'ai employé un excès de cyanure de potassium pour obtenir une dissolution rapide.

Premier système de cycles :

1° $(AzHg^2)^2O$ sol. + $24KCAz$ diss. + $7H^2O$ liq. = $4Hg(CAz)^2 aKCAz$ diss. + $(16-a)KCAz$ diss. + $8KOH$ diss. + $2AzH^3$ diss. + q_1;

2° HgO sol. + $24KCAz$ diss. = + q_2.

Données accessoires (tirées de Berthelot, *Thermochimie*, 1897, t. II) :

3° $4Hg$ liq. + $4O$ gaz. = $4HgO$ sol. + q_3;
4° Az^2 gaz. + $3H^2$ gaz. = $2AzH^3$ diss. + q_4;
5° $3H^2$ gaz. + $3O$ gaz. = $3H^2O$ liq. + q_5;
6° Az^2 gaz. + Hg^4 liq. + O gaz. = $(AzHg^2)^2O$ sol + x.

$$q_1 = +151^{Cal},0; \quad q_2 = +154^{Cal},6; \quad q_3 = 4 \times 21,5 = +86^{Cal},0;$$
$$q_4 = 2 \times 21,0 = 42^{Cal},0; \quad q_5 = 3 \times 69,0 = 207^{Cal},0.$$

On en tire $x = q_2 + q_3 + q_4 - (q_1 + q_5) = -75^{Cal},4$.

Deuxième système de cycles.

Az^2 gaz. + Hg^4 liq. + O gaz. = $(AzHg^2)^2O$ sol. + x.
1° $(AzHg^2)^2O$ sol. + $24KCAz$ diss. = + q_1;
2° $4Hg(CAz)^2$ diss. + $16KCAz$ diss. = + q_2.

Données accessoires :

3° $4Hg$ liq. + $4(CAz)^2$ gaz. = + q_3;
4° $2Az$ gaz. + $3H^2$ gaz. = $2AzH^3$ diss. + q_4;
5° $4(CAz)^2$ gaz. + $8H$ gaz. = $8CAzH$ diss. + q_5;
6° $8CAzH$ diss. + $8KoH$ diss. = + q_6;
7° H^2 gaz. + O gaz. = H^2O liq. + q_7.

$$q_1 = +151^{Cal},0; \quad q_2 = +52^{Cal},4; \quad q_3 = 4 \times 4 = +33^{Cal},6; \quad q_4 = 42^{Cal},0;$$
$$q_5 = 4 \times 25,1 = 100^{Cal},4; \quad q_6 = 8 \times 2,96 = 23^{Cal},68; \quad q_7 = 69^{Cal},0.$$

On en tire $x = (q_2 + q_3 + q_4 + q_7) - (q_1 + q_5 + q_6) = -75^{Cal},3$.

Troisième système de cycles :

1° $4Hg$ liq. + $4O$ gaz. = $4HgO$ sol. + q_1;
2° Az^2 gaz. + $3H^2$ gaz. = $2AzH^3$ diss. + q_2;
3° $4H^2$ gaz. + $4O$ gaz. = $4H^2O$ sol. + q_3;
4° H^2 gaz. + O gaz. = H^2O liq. + q_4;
5° $4HgO$ sol. + $2AzH^3$ diss. + H^2O liq. = $(AzHg^2)^2O\,4H^2O$ sol. + q_5 (hypothèse);
6° $(AzHg^2)^2O$ sol. + $4H^2O$ sol. = $(AzHg^2)^2O\,4H^2O$ sol. + q_6.

$$q_1 = +86^{Cal},0; \quad q_2 = +42^{Cal},0; \quad q_3 = +281^{Cal},6;$$
$$q_4 = +69^{Cal},0; \quad q_5 = +13^{Cal},4; \quad q_6 = +5^{Cal},4.$$

On en tire pour Az^2 gaz. + Hg^4 liq. + O = $(AzHg^2)^2O + x$.

$$x = (q_1 + q_2 + q_4 + q_5) - (q_3 + q_6) = -76^{Cal},7.$$

Chaleur de formation des hydrates. — Déterminations directes faites au calorimètre :

1° $(AzHg^2)^2O$ sol. + $24KCAz$ diss. = + $151^{Cal},0$;
2° $(AzHg)^2O,H^2O$ sol. + $24KCAz$ diss. = + $148^{Cal},0$;
3° $(AzHg^2)^2O,4H^2O$ sol. + $24KCAz$ diss. = + $140^{Cal},2$;
4° $(AzHg^2)^2O,5H^2O$ sol. + $24KCAz$ diss. = + $137^{Cal},8$;
5° $(AzHg^2)^2O,9,5H^2O$ sol. + $24KCAz$ diss. = + $136^{Cal},6$.

On en déduit :

$(AzHg^2)^2O$ sol. + H^2O sol. = $(AzHg^2)^2O, H^2O$ sol. + $1^{Cal},6$ (+ $3^{Cal},0$ H^2O liq.);
$(AzHg^2)^2O, H^2O$ sol. + $3H^2O$ sol. = $(AzHg^2)^2O, 4H^2O$ sol. + $4^{Cal},0$, soit $1^{Cal},33\times 3$ (+ $8^{Cal},2$ H^2O liq.);
$(AzHg^2)^2O, 4H^2O$ + H^2O sol. = $(AzHg^2)^2O, 5H^2O$ sol. + $1^{Cal},0$ ($2^{Cal},4$ H^2O liq.);
$(AzHg^2)^2O, 5H^2O$ + $4,5H^2O$ sol. = $(AzHg^2)^2O, 9,5H^2O$ sol. — $5^{Cal},1$.

Toutes ces déterminations ont été faites vers 15°. Concentration : $(AzH^2)^2O = 48^l$.

. La chaleur de formation de la base anhydre, déduite du troisième système de cycles, diffère des deux autres. Cette différence est attribuable à l'incertitude de l'état final dans l'action de HgO sur AzH^3 diss. J'ai vérifié la variation de l'état d'hydratation et de condensation des corps ainsi formés avec le temps. J'ai constaté également que l'influence d'un excès de AzH^3 diss. est sans effet thermique notable.

On peut, des données relatives à la dissolution de la base anhydre et de ses hydrates dans un excès de KCAz, déduire pour

$4HgO$ sol. + $2AzH^3$ diss.
= $(AzHg^2)^2O, 4H^2O$ sol. + $14^{Cal},4$ (+ $32^{Cal},0$ AzH^3 gaz; + $23,1$ AzH^3 liq.).

Ce nombre est sensiblement supérieur à la valeur trouvée directement + $13^{Cal},4$, ce qui semblerait indiquer un état final d'hydratation moindre; j'attribue plutôt cette différence à une réaction incomplète malgré l'emploi de HgO porphyrisé.

En utilisant cette valeur de $14^{Cal},4$ dans le troisième système de cycles, on trouve pour $x = -75^{Cal},7$.

J'adopterai donc pour chaleur de formation

$$Az^2 \text{ gaz} + Hg^4 \text{ liq.} + O \text{ gaz} = (AzHg^2)^2O \text{ sol.}$$

la valeur $-75^{Cal},5$.

Ce corps est donc nettement endothermique, ce qui explique en partie sa nature explosive. Je rappelle que le fulminate de mercure est formé avec une absorption de $62^{Cal},9$.

La formation de la base à partir de HgO sol. et AzH^3 diss. dégage de 14^{Cal} à 18^{Cal} suivant l'état d'hydratation et de condensation du corps formé. Bouzat [1] a trouvé, pour la formation de la base ammonio-cuivrique à partir du CuO et AzH^3 diss., + $4^{Cal},3$.

Il est à remarquer que la formation de la base anhydre à partir de HgO sol. et AzH^3 diss. dégage + $3^{Cal},6$ tandis que la formation de l'hydrate

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. II, 1903, p. 363.

$(AzHg^2)^2O, 4H^2O$ à partir des mêmes constituants et de l'eau liquide dégage $14^{Cal},4$. On voit donc que l'énergie correspondant à l'hydratation est notablement supérieure à celle de la fixation des deux atomes d'azote.

Quelles que soient les hypothèses faites sur la constitution de cette base, ce fait explique la possibilité d'éliminer cet azote sous forme de AzH^3 et montre la part prépondérante de l'eau dans sa formation. On sait qu'il est impossible de préparer ce corps en l'absence d'eau.

On voit enfin, en ce qui concerne les hydrates, que la fixation de chaque molécule d'eau, à partir des composants considérés tous dans l'état solide, correspond à un faible dégagement de chaleur. On s'explique ainsi leur peu de stabilité. Il semble que l'hydrate à $5H^2O$ existe. Cependant il y a lieu de faire des réserves sur ce point. On ne saurait affirmer si les faibles dégagements de chaleur observés sont attribuables à des phénomènes d'hydratation ou de condensations moléculaires.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la nature du sulfammonium.* Note de MM. **P. Lebeau** et **P. Damoiseau**, présentée par M. Ditte.

Dans son étude de l'action de l'ammoniac liquéfié sur le soufre M. Henri Moissan avait admis que la solution pourpre qui se produit et dont l'existence avait été antérieurement signalée par divers auteurs, renfermait un composé du type ammonium, qu'il désigna sous le nom de *sulfammonium* (¹).

En 1905, MM. Otto Ruff et Geisel reprirent l'étude de cette solution de sulfammonium. A la suite d'une très intéressante série d'expériences, ces savants furent conduits à considérer la solution de sulfammonium comme renfermant surtout du sulfure d'ammonium et du sulfure d'azote (²). L'action du soufre sur l'ammoniac serait en réalité exprimée par la réaction réversible suivante :

$$10\,S + 16\,AzH^3 \rightleftharpoons Az^4S^4 + 6(AzH^4)^2\dot{S}.$$

La coloration du sulfammonium ne proviendrait que de la présence de soufre libre donnant avec l'ammoniac liquéfié une solution colloïdale.

(¹) Henri Moissan, *Comptes rendus*, t. CXXXII, 1901, p. 510.

(²) Otto Ruff et Geisel, *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. XXXVIII, 1905, p. 2659.

Le désir exprimé plusieurs fois devant nous par M. Henri Moissan que cette question fût de nouveau examinée dans son laboratoire, nous a fait un devoir de reprendre cette étude. Les résultats que nous avons obtenus, dans ces nouvelles recherches, font l'objet de la présente Note.

Pour établir l'exactitude de l'interprétation exprimée par la formule ci-dessus, MM. Otto Ruff et Geisel ont cherché à mettre en évidence, dans le sulfammonium, la présence de l'hydrogène sulfuré et du sulfure d'azote. Les expériences qu'ils ont décrites ne laissent subsister aucun doute sur la valeur de leurs conclusions. Cependant, si l'on remarque que, dans beaucoup de cas, il a été démontré qu'une trace d'impureté suffisait pour provoquer une réaction, on pouvait penser qu'une trace d'eau, difficile à éviter dans le maniement d'un gaz aussi hygroscopique que l'ammoniac, serait capable de jouer ici un rôle considérable. Pour cette raison nous avons plus particulièrement cherché à élucider ce point.

Si l'on soumet à l'évaporation dans le vide, à la température ordinaire, des solutions ammoniacales de sulfammonium préparées en liquéfiant le gaz ammoniac desséché par son passage sur la potasse fondue et le sodium en fil, sur du soufre pur, on obtient un résidu jaune présentant quelques points rougeâtres. En reprenant ce résidu par l'eau, il se produit une solution jaune qui fournit avec l'acétate de plomb un précipité de couleur marron. De plus les dernières parties des gaz provenant de l'évaporation rapide dans le vide noircissent le papier à l'acétate de plomb. La présence de l'hydrogène sulfuré est donc admissible et le précipité marron donné par l'acétate de plomb indique également la présence d'un composé sulfuré soluble dans l'eau. Mais, malgré la rapidité de l'évaporation, la quantité de soufre ainsi transformée est très faible, ainsi que le démontrent les déterminations quantitatives suivantes :

	I.	II.	III.	IV.
Poids de soufre initial......	0,496	0,551	0,608	0,511
Résidu après vide à 15°.....	0,502	0,554	0,6105	0,5125
Résidu après vide à 100°....	0,495	0,549	0,607	0,509

Pour éliminer toute trace d'eau, nous avons répété ces expériences en utilisant un dispositif comparable à celui que M. Moissan a imaginé pour ses recherches sur les hydrures alcalins. Cet appareil, qu'il serait trop long de décrire ici, ne comprenait ni joints de caoutchouc, ni robinets de verre. Nous avons assuré une dessiccation parfaite du soufre et du tube qui le contenait en faisant le vide à la trompe à mercure après avoir fait passer pendant plusieurs jours un courant d'hydrogène sec, auquel il était possible de substituer ensuite un courant de gaz ammoniac. Ce dernier gaz provenait d'une solution de sodammonium préparée depuis plusieurs heures. En opérant ainsi on retrouve intégralement le poids du soufre initial sans variation appréciable à la balance. Mais le fait le plus important réside dans l'absence complète de dégagement d'hydrogène sulfuré lors de l'évaporation du sulfammonium dans le vide. Nous avons

préféré avoir recours, pour caractériser la présence de ces produits, à l'évaporation dans le vide, plutôt qu'à l'emploi d'un rapide courant d'hydrogène, comme l'ont fait MM. Otto Ruff et Geisel, par suite de la difficulté que présente la dessiccation d'un rapide courant gazeux.

S'il semble bien démontré qu'en présence d'une trace d'eau la solution pourpre de sulfammonium renferme du sulfure d'ammonium et du sulfure d'azote, il paraît vraisemblable que ces substances ne s'y trouvent qu'en bien faible quantité. Les essais faits par MM. Otto Ruff et Geisel pour reproduire synthétiquement le sulfammonium, en faisant réagir, sur le sulfure d'azote dissous dans l'ammoniac liquide, l'hydrogène sulfuré, ne leur ont permis que d'obtenir d'une façon très fugace la coloration du sulfammonium. Ils n'ont pu observer qu'une teinte bleue passagère alors que les solutions de sulfammonium sont d'une belle teinte pourpre violacé. Leur stabilité est très grande : une solution conservée depuis 1901 au laboratoire n'a pas changé d'aspect. De plus, quelles que soient les proportions respectives de soufre et d'ammoniac, les solutions possèdent des couleurs identiques. Ces diverses proportions des matières en présence modifiant les conditions de l'équilibre devraient entraîner des variations sensibles dans l'aspect des liquides, étant donnée l'influence décolorante que MM. Otto Ruff et Geisel ont reconnue au sulfure d'ammonium, dans leurs essais de synthèse.

En résumé, il résulte des expériences que nous avons faites en prenant les plus minutieuses précautions afin d'assurer une dessication parfaite, que la réaction réversible de MM. Otto Ruff et Geisel ne se produit pas. La cause déterminante de cette réaction serait l'intervention d'une trace d'eau. En outre, les observations concernant la stabilité et l'identité de coloration des solutions de sulfammonium renfermant les proportions les plus diverses de soufre et d'ammoniac établissent que rien ne peut infirmer jusqu'ici les conclusions de M. Henri Moissan, sur l'existence du sulfammonium en tant que combinaison du type ammonium.

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons du silicium et du molybdène. Bisiliciure de molybdène.* Note de M. **Ed. Defacqz**, présentée par M. A. Haller.

Dans une précédente Communication [1] nous avons montré qu'il était possible d'obtenir, soit au four électrique, soit par voie aluminothermique,

[1] Ed. Defacqz, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 848.

des combinaisons du silicium et du tungstène; nous avons isolé et étudié le bisiliciure Si^2Tu, et nous avons indiqué également que les mêmes méthodes appliquées au molybdène et à ses composés pouvaient donner des siliciures de ce métal. C'est une partie de ces recherches qui font l'objet de cette Communication.

Le silicium et le molybdène se combinent directement au four électrique (H. Moissan) ([1]), (Waren) ([2]); également au four électrique, un mélange de silicium et d'oxydes de molybdène, provenant de la calcination du molybdate d'ammoniaque, donne une masse de laquelle il a été isolé le composé Mo^2Si^3 (Vigouroux) ([3]).

Le bisiliciure s'obtient de la façon suivante :

Préparation. — On emploie le procédé déjà suivi pour la préparation du siliciure de tungstène Si^2Tu et qui n'est qu'une application de la méthode générale indiquée par M. Lebeau ([4]).

On chauffe au four électrique un mélange de siliciure de cuivre et de molybdène amorphe obtenu par la réduction de l'oxyde par l'hydrogène au rouge.

On prend les proportions suivantes :

Siliciure de cuivre à 50 pour 100 de silicium...	90 parties
Molybdène amorphe.........................	10 »

La durée de la chauffe est de 1 minute 40 secondes avec un courant de 800 à 900 ampères sous 50 volts.

Le siliciure de cuivre était préparé par nous afin qu'il soit exempt de siliciure de fer qu'il est difficile de séparer ensuite du siliciure de molybdène. Quand l'opération a été bien conduite on retire un culot gris d'acier parfaitement fondu se détachant facilement du creuset et qui se brise sous le choc suivant les plans de clivage en belles lames larges et brillantes; cette masse est alternativement traitée par l'acide azotique au $\frac{1}{10}$ puis par la soude étendue, qui dissout la silice formée et le silicium en excès, jusqu'à ce qu'on obtienne, par désagrégation, un produit cristallisé; on le met à bouillir avec de la soude étendue de son volume d'eau, puis, après lavage à l'eau, avec de l'acide chlorhydrique concentré pour éliminer toute trace de fer provenant des manipulations; après un traitement au bain-marie par l'acide fluorhydrique concentré, on lave finalement à l'eau jusqu'à élimination de toute trace d'acide.

Propriétés. — Le siliciure de molybdène Si^2Mo, quand il est préparé au four électrique, se présente sous l'aspect de cristaux gris très clair qui, au microscope, paraissent être des aiguilles formées d'agrégats d'octaèdres placés les uns au bout des autres

---

([1]) H. Moissan, *Comptes rendus*, t. CXX, 1895, p. 1324.
([2]) Waren, *Chemical News*, t. LXXVIII, 1898, p. 235.
([3]) E. Vigouroux, *Comptes rendus*, t. CXXIX, 1899, p. 1238.
([4]) P. Lebeau, *Comptes rendus*, t. CXXVIII, 1899, p. 933.

et accolés symétriquement et perpendiculairement à une aiguille prismatique servant d'axe et constituée de la même façon; ces cristaux sont parfaitement mesurables. La densité de ce siliciure est 6,2 à 0°; il n'est pas magnétique. Le chlore l'attaque avec incandescence vers 350°-400° : il y a formation de chlorure de silicium et de pentachlorure de molybdène; chauffé au chalumeau, au contact de l'air, sur une lame de platine, il ne subit aucune altération; au bain-marie, l'acide fluorhydrique concentré ne l'attaque pas; à l'ébullition, les acides chlorhydrique, azotique, sulfurique concentrés, l'eau régale ordinaire sont sans action; l'eau régale fluorhydrique à la température du bain-marie le dissout facilement en donnant un liquide clair qui par évaporation laisse un résidu d'acide molybdique; la soude ou la potasse en fusion, les carbonates alcalins fondus fournissent rapidement un mélange de silicate et de molybdate alcalins; il en est de même des mélanges oxydants tels que carbonate et azotate alcalins, carbonate et chlorate alcalins; le bisulfate fondu ne lui fait subir aucune altération.

Analyse. — Le siliciure placé dans une nacelle de porcelaine est attaqué près du rouge sombre par un courant de chlore sec, il y brûle sans résidu (1); les chlorures de silicium et de molybdène sont entièrement condensés et recueillis; on les place dans une capsule de porcelaine ainsi que les eaux ammoniacales de lavages, on acidule le tout et l'on évapore ; on finit l'évaporation à sec dans une capsule de platine que l'on porte, à la fin de l'opération, vers 300°. On sépare ensuite la silice de l'acide molybdique en chauffant ce mélange au rouge dans un courant de gaz chlorhydrique sec (Friedheim et Castendyck) (2) ; le molybdène est ensuite dosé dans les produits volatils sous forme de molybdate de plomb.

Nous avons trouvé les chiffres suivants :

	I.	II.	Calculé pour Si^2Mo.
Silicium................	36,36	36,60	36,84
Molybdène..............	63,24	63,02	63,16

Conclusions. — Ainsi que nous l'indiquions précédemment, on obtient donc, au four électrique, par l'action du siliciure de cuivre à 50 pour 100 de silicium sur le molybdène amorphe, un siliciure de molybdène Si^2Mo; comme pour les siliciures de tungstène, en employant la méthode de Holeman (3), utilisée antérieurement par M. Hönigschmid (4), nous avons isolé une série de combinaisons du silicium et du molybdène dont

(1) Les différents échantillons analysés ne nous ont pas donné, après purification, plus de 0,1 pour 100 de résidu.

(2) Friedheim et Castendyck, *Ber. Chem. Gesell.*, t. XXXIII, 1900, p. 1611.

(3) Holeman, *Recueil de Trav. ch. Pays-Bas*, t. XXIII, 1904, p. 380.

(4) Hönigschmid, *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 224.

nous n'avons pas complètement terminé l'étude. Mais une publication de M. Hönigschmid sur les siliciures Si^2Tu, Si^2Mo est annoncée dans les Procès-verbaux de l'Académie de Vienne ([1]); c'est pour cette raison que nous avons publié dans cette Note nos résultats, nous réservant de poursuivre l'étude des composés obtenus par voie aluminothermique, composés que nous ne pouvons que très difficilement débarrasser de l'aluminium.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les divers états moléculaires du sulfate ferrique anhydre et hydraté.* Note de M. **A. Recoura**, présentée par M. A. Haller.

Dans des Mémoires antérieurs (*Comptes rendus*, 10 juillet 1905; *Annales de Chimie et de Physique*, juin 1907) j'ai établi l'existence de trois variétés de sulfate ferrique ayant des propriétés très différentes, le sulfate anhydre et deux sulfates hydratés isomères $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$, le sulfate jaune et le sulfate blanc. Je me propose, dans cette Note, de décrire deux nouvelles variétés, une anhydre, très différente du sulfate anhydre connu jusqu'à présent, et une hydratée $Fe^2O^3, 3SO^3, 3H^2O$ se distinguant nettement des deux autres variétés hydratées.

Il est nécessaire que je rappelle d'abord les propriétés caractéristiques des trois premières variétés.

1° *Sulfate anhydre.* — C'est le sulfate anciennement connu, que l'on obtient en peroxydant une solution de sulfate ferreux en présence d'un excès d'acide sulfurique, évaporant à siccité et chassant ensuite l'excès d'acide par la chaleur. *C'est en réalité le produit de la décomposition par la chaleur de l'acide ferrisulfurique* $Fe^2O^3, 3SO^3, SO^4H^2$, Aq que j'ai décrit antérieurement. C'est une poudre blanche qui, quoique pouvant se dissoudre dans l'eau en grande quantité, ne s'y dissout qu'avec une très grande lenteur (de 24 à 48 heures) en donnant une liqueur brun foncé. Il résulte de mes recherches (*Annales de Chimie et de Physique, loc. cit.*) que *ce composé est en réalité insoluble dans l'eau* et qu'il ne passe en dissolution qu'à la suite d'une décomposition profonde que lui fait subir le contact prolongé de l'eau. La dissolution que l'on obtient, même très concentrée, ne renferme pas le sulfate. Elle est un mélange d'acide sulfurique libre ou de sulfate acide et d'un sulfate basique bien défini $6[Fe^2O^3, 3SO^3]Fe^2O^3$, Aq qui joue, ainsi que je l'ai fait voir, un rôle fondamental dans l'histoire du sulfate ferrique.

2° *Sulfate hydraté jaune :* $Fe^2O^3, 3SO^3, 9H^2O$. — C'est le produit de l'évaporation spontanée de la dissolution du sulfate anhydre. J'ai établi le mécanisme très spé-

(1) Hönigschmid, *Chem. Zeitung.*, n° 47, 12 juin 1907, p. 595.

cial de la formation de ce composé. J'ai fait voir que cette formation est toujours précédée d'un dédoublement *complet* du sulfate anhydre par l'eau en sulfate acide et sulfate basique, d'abord déposé par la dissolution, et qu'elle résulte de la recombinaison ultérieure de ces deux sels.

J'ai fait voir récemment (*Annales de Chimie et de Physique, loc. cit.*) qu'on obtient le même produit, mais plus pur, en laissant le sulfate anhydre s'hydrater spontanément dans une atmosphère d'humidité moyenne et que, dans ce cas encore, l'hydratation du sulfate anhydre solide est précédée de son dédoublement par la vapeur d'eau atmosphérique en sulfate basique et sulfate acide qui se recombinent ensuite *dans la même atmosphère* en donnant naissance au sulfate jaune.

Cet hydrate, qui est jaune serin, est immédiatement soluble dans l'eau dans toutes les circonstances que j'ai examinées; il se comporte comme une combinaison facilement dédoublable du sulfate basique fondamental $6[Fe^2O^3, 3SO^3]\ Fe^2O^3$ avec le sulfate acide $Fe^2O^3, 3\,SO^3, SO^4H^2$,

3° *Sulfate hydraté blanc :* $Fe^2O^3, 3\,SO^3, 9\,H^2O$. — Quand on place le sulfate jaune précédent dans une atmosphère un peu plus humide que celle dans laquelle il a pris naissance, il se dédouble à nouveau en sulfate basique et sulfate acide, puis ces deux composés se recombinent à nouveau lentement, dans des conditions différentes de celles qui ont donné naissance au sulfate jaune et l'on obtient alors un sulfate de même composition, mais qui est absolument blanc et dont les propriétés sont différentes. La transformation s'opère spontanément en quelques jours, plus ou moins rapidement, suivant qne l'atmosphère est plus ou moins humide. Il diffère surtout du sulfate jaune en ce qu'il n'est pas dédoublable, si ce n'est par la dissolution dans l'eau, qui le détruit, comme toutes les autres variétés du sulfate.

4° *Nouveau sulfate anhydre.* — Si l'on maintient le sulfate hydraté blanc à une température un peu inférieure à 100°, il perd 6^{mol} d'eau. Si l'on élève alors progressivement la température jusqu'à 175°, on le déshydrate complètement. Le sulfate anhydre ainsi obtenu est jaune, non pas jaune serin comme le sulfate hydraté jaune, mais *jaune brun clair*.

Il diffère du sulfate anhydre habituel décrit ci-dessus (qui provient de la destruction par la chaleur de l'acide ferrisulfurique), par ce caractère essentiel qu'*il se dissout dans l'eau en quelques minutes*. Il doit donc avoir une constitution complètement différente.

On peut se demander si cette différence de constitution ne proviendrait pas de ce qu'une des variétés a été chauffée à une température plus élevée que l'autre. Il n'en est rien. J'ai préparé simultanément du sulfate anhydre en décomposant par la chaleur l'acide ferrisulfurique et le sulfate hydraté blanc, dans les mêmes conditions de température. Le sulfate obtenu par le premier procédé a exigé 48 heures pour se dissoudre, tandis que le deuxième s'est dissous en 10 minutes.

Il ne m'a pas été possible jusqu'à présent d'établir en quoi consiste la

différence de constitution de ces deux variétés, parce qu'on ne peut les étudier en dissolution dans l'eau, l'eau les détruisant également toutes les deux, comme d'ailleurs les deux variétés hydratées. On obtient en effet des dissolutions identiques en dissolvant dans l'eau l'une quelconque des quatre variétés précédentes, comme le montre notamment la mesure de leur température de congélation, qui est la même pour toutes, aussi bien immédiatement après la dissolution qu'à une époque quelconque.

Il en est de même pour leur dissolution dans l'alcool à 96°. Ils s'y dissolvent avec des vitesses très différentes (1) d'une variété à l'autre (sauf le sulfate hydraté jaune, qui est décomposé, comme je l'ai montré); mais on obtient des solutions identiques, qui, par évaporation dans le vide, donnent toutes le même composé $Fe^2O^3, 3SO^3, 2H^2O, 2C^2H^6O$, composé dont j'étudierai la constitution dans un Mémoire ultérieur.

Ce sulfate anhydre, exposé à l'air peu humide, ne se comporte pas comme l'autre. Il s'hydrate beaucoup plus rapidement et ne donne ni le sulfate jaune, ni le sulfate blanc, mais une troisième variété hydratée jaune brun, qu'on peut d'ailleurs obtenir autrement, comme je vais le montrer.

5° *Sulfate hydraté jaune brun* : $Fe^2O^3, 3SO^3, 3H^2O$. — Le sulfate hydraté blanc, maintenu à l'étuve à une température un peu inférieure à 100°, perd 6^{mol} d'eau. Il est alors jaune brun clair. C'est une variété nouvelle qui se distingue très nettement des deux autres variétés hydratées par le caractère suivant : tandis que le sulfate jaune est dédoublé par l'alcool à 96° en sulfate acide et sulfate basique, et que le sulfate blanc s'y dissout sans décomposition, mais avec une grande lenteur (en un mois environ) le nouveau sulfate s'y dissout très rapidement (en 1 heure). Mais, ici encore, il ne m'a pas été possible, jusqu'à présent, d'établir en quoi consiste la différence entre cette variété et les autres, parce que sa dissolution, soit dans l'eau, soit dans l'alcool est identique à celle des autres. J'ajouterai que la transformation du sulfate blanc dans cette nouvelle variété n'est complète que lorsqu'il a perdu 6^{mol} d'eau sous l'action de la chaleur. Si en effet on met au contact de l'alcool un produit moins déshydraté, l'alcool le partage en sulfate très rapidement soluble, et en sulfate lentement soluble.

Ces cinq variétés de sulfate ne sont pas les seules qui existent. L'action

---

(1) Le premier sulfate anhydre met plusieurs mois à se dissoudre dans l'alcool à 96°, le sulfate hydraté blanc se dissout un peu plus rapidement (un mois environ); le nouveau sulfate anhydre beaucoup plus rapidement (3 ou 4 jours).

de la chaleur sur le sulfate hydraté jaune conduit également à d'autres variétés.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'iodure cuivreux*. Note de M. **Marcel Guichard**, présentée par M. A. Haller.

La réaction des iodures alcalins ou de l'acide iodhydrique sur les sels cuivriques, en solution dans l'eau, conduit à un précipité d'iodure cuivreux mêlé d'iode.

Il ne se forme pas ainsi d'iodure cuivrique correspondant au chlorure $CuCl^2$.

J'ai cherché si, en opérant dans des conditions telles que l'eau ne puisse pas intervenir, et que la température reste basse, il se produit ce même iodure de cuivre.

Lorsqu'on fait passer du gaz iodhydrique sec sur du chlorure cuivreux anhydre, à la température ordinaire, il se produit un échauffement sensible, et de l'iode libre apparaît. Après l'achèvement de la réaction, si l'on sublime dans le vide à 40°, l'iode libéré, on arrive à un composé blanc qui est l'iodure cuivreux.

J'ai effectué cette réaction à basse température de la façon suivante. Du chlorure cuivrique brun, déshydraté dans le gaz chlorhydrique, vers 200°, dans un tube en U, est ensuite refroidi à —40°. On fait alors arriver dans ce tube du gaz iodhydrique sec qui se liquéfie sur le chlorure. Il se colore immédiatement en rouge violacé, ce qui indique déjà une mise en liberté d'iode. On laisse plusieurs fois la température remonter à —30°, pour faire bouillir l'acide iodhydrique et entraîner le gaz chlorhydrique libéré dans la réaction. Finalement, on laisse partir tout le gaz iodhydrique. On fait ensuite arriver d'une façon continue de l'éther sec, refroidi à 0°, sur la substance, maintenue elle-même à —20°. L'éther entraîne beaucoup d'iode, et l'épuisement complet conduit à l'iodure cuivreux, gris très clair.

Un autre échantillon préparé dans les mêmes conditions de température, mais non lavé à l'éther, laisse sublimer beaucoup d'iode, lorsqu'on le place dans le vide, dans un tube refroidi en un point à —80°, la portion contenant la substance, restant à +15°.

Ainsi, le gaz iodhydrique, liquéfié à basse température sur le chlorure cuivrique sec, donne naissance à un mélange d'iodure cuivreux et d'iode libre; cet iode apparaît dès le début de la réaction, et il est facilement séparé, à basse température, de l'iodure formé, soit par dissolution, soit par sublimation.

La réaction produite dans ces conditions est donc de même nature que la réaction effectuée au sein de l'eau.

L'iodure cuivreux, précipité par voie humide, a été considéré par Soubeiran comme retenant une molécule d'eau ([1]).

Un iodure cuivreux, préparé de cette façon, a été laissé quelques heures à l'air à la température de 20°, et, son poids étant devenu constant, il a été placé dans le vide sec ($0^{mm},1$ de mercure environ) ; après 24 heures il avait toujours le même poids. Porté ensuite vers 300° dans le vide, il a perdu 0,2 pour 100 d'eau.

Un autre échantillon, séché à 20° dans le vide, est placé dans un tube vide d'air dont une partie est refroidie à — 70°. En chauffant alors l'iodure de 150° à 200°, on voit apparaître un peu de glace dans la partie refroidie; en portant ensuite la température jusqu'à 350°, on constate une perte de 0,2 pour 100 d'eau.

D'autre part l'iodure cuivreux, maintenu pendant plusieurs jours à 130°, garde de même une très petite quantité d'eau.

L'iodure cuivreux séché soit à basse température, soit à 130°, conserve donc une quantité d'eau qui est bien inférieure à une molécule, mais qu'il perd difficilement. La déshydratation totale ne peut être réalisée aisément que dans le vide vers 300°; à l'air, même au-dessous de 200°, l'iodure s'oxyde en perdant de l'iode.

Lorsqu'on chauffe l'iodure cuivreux anhydre dans le vide, il se colore en jaune de plus en plus foncé, fond en un liquide brun, vers 600°, comme cela a été déjà indiqué, en se sublimant légèrement et, par refroidissement, il repasse exactement par les mêmes colorations et redevient blanc.

Analyse. — L'analyse des iodures se fait, le plus souvent, par voie humide, en précipitant, d'une part, l'iode sous forme d'iodure d'argent, d'autre part, le métal, par un réactif convenable. On effectue parfois aussi le grillage de l'iodure en recueillant l'iode dégagé dans une solution d'acide sulfureux d'où on le précipite à l'état d'iodure d'argent.

J'ai employé pour les analyses d'iodure cuivreux une méthode différente, applicable, comme je le montrerai, à d'autres composés de l'iode.

On donne à un tube de verre une forme telle qu'il puisse être chauffé en une de ses parties, et refroidi vers — 60° en une partie différente.

Ce tube pèse environ 30^{g}. On place, dans la partie qui sera chauffée, un peu d'iodure et l'on pèse de nouveau le tube. On le fait traverser ensuite par un courant d'air bien sec et l'on chauffe l'iodure; on le transforme ainsi en oxyde de cuivre et en iode libre, qui est intégralement retenu grâce à la portion du tube refroidie. Après une

([1]) SOUBEIRAN, *J. Pharm. Chim.*, t. XIII, 1827, p. 427.

nouvelle pesée du tube, on chasse l'iode par la chaleur, et on le pèse une dernière fois. On connaît ainsi le poids d'iodure, le poids d'oxyde de cuivre et le poids d'iode.

J'ai vérifié l'exactitude de cette méthode qui est très rapide. Elle m'a donné les résultats suivants sur divers échantillons d'iodure cuivreux anhydre :

					Calculé.
Iode............	66,81	66,42	66,60	»	66,61
Cuivre..........	33,12	33,52	33,20	33,75	33,39

CHIMIE MINÉRALE. — *Étude sur les alliages de cobalt et d'étain.* Note de M. F. **Ducelliez**, présentée par M. A. Haller.

M. E. Vigouroux [1] ayant publié une étude sur les alliages de nickel et d'étain, j'ai entrepris celle des alliages de cobalt et d'étain. Ces derniers n'ont été que peu étudiés jusqu'ici.

J'ai préparé des culots contenant ces deux métaux à l'état de pureté, la proportion centésimale d'étain variant de 100 à 66.

La fusion a été effectuée au moyen du four Schlœsing, dans un courant d'hydrogène, le cobalt en poudre étant placé dans le fond d'une nacelle en magnésie et recouvert par un lingot d'étain.

Les culots présentent des aspects bien différents, suivant leur teneur en étain. Au-dessus de 85 pour 100, ils se rapprochent de ce métal, on peut les couper par exemple; au-dessous, ils deviennent durs et cassants.

Culot I. — Ce culot contient 80,89 pour 100 d'étain, il est de couleur gris clair avec des points brillants, il tombe en poussière au mortier d'Abich.

Culot II. — Sa surface présente l'aspect d'un réseau de lames cristallines, se laisse couper et s'aplatit sous le marteau. A l'analyse il donne 89,28 pour 100 d'étain.

Culot III. — Il a l'apparence de l'étain dont il garde la grande malléabilité; il titre 92,91 pour 100.

Ces trois lingots ne sont pas attirables à l'aimant; les acides chlorhydrique et sulfurique les attaquent complètement.

Composé CoSn. — Au moyen d'attaques appropriées j'ai pu retirer, de chacun des culots précédents, un résidu métallique répondant à la formule CoSn qui exige : cobalt, 33,24; étain, 66,76 pour 100.

---

[1] E. Vigouroux, *Sur les alliages de nickel et d'étain* (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 18 mars 1907, p. 639) et *Sur la nature du corps retiré de certains alliages riches de nickel et d'étain* (*Ibid.*, t. CXLIV, 2 avril 1907, p. 712).

La succession des opérations à leur faire subir est la suivante :

1° Porphyrisation au mortier d'agate; au début, on casse le culot ou on le coupe en petits fragments;

2° Attaque par l'acide azotique à 25 pour 100 et bouillant; le résidu est alors mélangé à de l'acide métastannique; on se débarrasse de la majeure partie de ce dernier, par lévigation;

3° On traite le résidu par la potasse fondue dans un creuset d'argent;

4° Le produit est lavé à l'eau, l'alcool, l'éther, puis séché.

Le culot I contenait, après avoir subi quatre fois les opérations indiquées :

	I.	II.
Cobalt........	33,62 pour 100	33,71 pour 100
Étain.........	66,48 »	66,21 »
Total....	100,10	99,92

Des attaques nouvelles diminuent alors légèrement le poids du résidu mais ne modifient pas sa composition.

Le culot II, coupé en morceaux, se désagrège de lui-même dans l'acide azotique. Analysé, après quatre séries d'attaques, il donne :

	I.	II.
Cobalt........	33,39 pour 100	33,61 pour 100
Étain.........	66,82 »	66,08 »
Total....	100,21	99,69

composition que des attaques ultérieures ne modifient pas.

Le culot III, fragmenté comme le précédent, se désagrège de même, sous l'influence de l'acide azotique; traité un même nombre de fois, il donne à l'analyse :

	I.	II.
Cobalt........	33,60 pour 100	33,04 pour 100
Étain.........	66,56 »	66,79 »
Total....	100,16	99,83

Chaleur de formation de la combinaison CoSn. — Ce qui précède montre que l'étain et le cobalt se combinent dans la proportion simple de 2 d'étain pour 1 de cobalt; de plus, l'union des deux métaux a lieu avec un fort dégagement de chaleur portant la masse au rouge vif.

J'ai fait un mélange intime, dans les proportions indiquées, de cobalt en poudre et d'étain en grenaille aussi fine que possible, qui a été introduit dans un tube à essai. Si l'on porte au rouge, simplement à l'aide d'un bec Bunsen, un point du mélange, les deux métaux se combinent à cet endroit et l'on y constate l'incandescence. La réaction ainsi amorcée se propage dans toute la masse en la portant au rouge vif, le tube étant rempli d'hydrogène.

Propriétés physiques de CoSn. — Cet alliage, à formule définie, se présente sous la forme d'une poudre grise plus foncée que les culots lui ayant donné naissance; il n'est pas attirable à l'aimant. Sa densité théorique, 7,675, est plus faible que la densité trouvée, soit 8,950 déterminée à zéro.

Propriétés chimiques. — Le chlore attaque complètement ce corps au rouge, les chlorures se volatilisent. L'oxygène réagit également et avec incandescence. La vapeur de soufre donne au rouge des sulfures fondus, sans incandescence. Les acides chlorhydrique et sulfurique dissolvent complètement l'alliage. L'acide azotique étendu ne l'attaque pas, même à l'ébullition; concentré et chaud il n'agit que lentement. Les carbonates alcalins, les alcalis en fusion n'ont sur lui qu'une action lente. Les oxydants fondus, azotates alcalins, chlorate de potassium, l'oxydent difficilement.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une combinaison molybdo-uranique.* (Extrait.) Note [1] de M. **André Lancien**, présentée par M. Le Chatelier.

Quand on fait agir le molybdate d'ammonium sur l'azotate d'uranyle, il se produit un précipité.

Le dosage de l'uranium et du molybdène conduit à la formule $MO^4.UrO^2$ qui exige :

Ur pour 100	55,3
Mo »	22,3

Cette combinaison est donc un molybdate d'uranyle.

Le rendement est théorique.

Propriétés. — Dans l'obscurité, on obtient une poudre amorphe blanche.

Insoluble dans H^2O, l'alcool éthylique ou méthylique, l'acide acétique, le chloroforme, la benzine, le toluène et l'éther sulfurique.

L'alcool éthylique, l'alcool méthylique, l'acide acétique la transforment en molybdate uraneux vert.

Par ébullition prolongée avec les bases NH^3, KOH, NaOH, elle passe au rouge brique, puis donne un oxyde vert.

Rapidement soluble dans HCl, SO^4H^2, NO^3H, $S^2O^7H^2$, et y détermine une fluorescence jaune verdâtre.

Convenablement insolé, le molybdate d'uranyle voit ses propriétés physiques et chimiques se modifier. Après 30 heures, la poudre a pris une couleur jaune d'or, elle est devenue insoluble dans l'acide nitrique où elle blanchit seulement, elle n'est plus réduite par l'alcool éthylique.

---

(1) Présentée dans la séance du 17 juin 1907.

Le molybdate d'uranyle est un corps radioactif; on a comparé son action avec celle du bromure de baryum et de radium (activité 40) et avec l'azotate d'uranyle. Les trois corps ont été enfermés dans des tubes d'égale dimension et mis en présence de plaques Lumière Σ, en prenant des précautions pour éviter l'influence réciproque des trois corps. La pose a duré 5 jours. La radioactivité du composé molybdo-uranique est sensiblement équivalente à celle du bromure de baryum (activité 40) et très supérieure à celle de l'azotate d'uranyle.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le lupéol.* Note de MM. **É. Jungfleisch** et **H. Leroux.**

En étudiant les principes de la gutta-percha du *Palaquium Treubi* (*Comptes rendus*, t. CXLII, p. 1218; *Bull. Soc. chim.*, 4ᵉ série, t. I, p. 327), nous avons isolé un produit très nettement cristallisé, clinorhombique (M. Wyrouboff) et dextrogyre : $\alpha_D = +50°,0$ en solution chloroformique à 1 pour 100; son analyse a donné 84,05 et 84,09 de carbone avec 10,29 et 10,42 d'hydrogène. C'est un éther cinnamique : saponifié par la potasse alcoolique, il fournit d'une part de l'acide cinnamique et d'autre part un alcool.

Celui-ci constitue de très fines aiguilles peu solubles, à froid, dans les dissolvants. Il est dextrogyre : $\alpha_D = +27°,24$ en solution chloroformique à 2 pour 100. Après dessiccation, soit à 100°, soit à froid dans le vide sec, cet alcool a fourni à l'analyse 84,51, 84,58, 84,30, 84,31 de carbone et 11,71, 11,83, 12,04, 12,08 d'hydrogène.

Le cinnamate primitif semble par là identique au cinnamate de lupéol, trouvé par M. Van Romburgh dans d'autres guttas et étudié par M. Cohen. Nous avons cependant, dès l'origine, constaté des faits qui nous ont conduits à examiner les choses de plus près.

Tout d'abord le lupéol, pour lequel les auteurs ont indiqué des températures de fusion variées, présente, en réalité, lorsqu'on le fond, des particularités singulières.

Chauffé progressivement, sur le bloc Maquenne, il fond finalement à 212°; projeté brusquement sur le bloc chauffé, il fond dès 190°-192°, mais la matière, fondue rapidement à cette température, ne tarde pas à se solidifier, même quand on continue à chauffer; le produit fond ensuite à 212°, température de fusion de la matière chauffée lentement. On a trouvé la cause de ce double point de fusion, dans la facilité remarquable avec laquelle le lupéol perd 1^{mol} d'eau pour se transformer en un hydrocarbure correspondant. Cet alcool, séché à froid et dans le vide ou à l'étuve à 100°, présente la composition indiquée plus haut; chauffé davantage, il perd H^2O, lentement à partir

de 130°, très rapidement vers 150°-160°, et se change en hydrocarbure; chauffé brusquement, il fond à 190° en se déshydratant immédiatement; l'hydrocarbure se solidifie aussitôt formé, pour fondre ensuite à 212°.

En somme, on a donné jusqu'ici comme point de fusion du lupéol celui de l'hydrocarbure engendré par sa déshydratation.

La même transformation est constatée régulièrement lorsqu'on sèche le lupéol à 130°, jusqu'à poids constant. Il perd ainsi de 4 à 5 centièmes d'eau et le résidu donne à l'analyse des chiffres indiquant un corps dépourvu d'oxygène : 88,80 de carbone et 11,80 d'hydrogène.

L'hydrocarbure ainsi produit peut être appelé *lupéylène*. Il cristallise en très fines aiguilles, se dissout, à froid, dans le chloroforme ou le bromoforme et se dissout peu dans l'éther de pétrole. Il est dextrogyre : $\alpha_D = + 24°57$.

Sa formation facile explique certaines divergences dans les observations faites sur le lupéol. M. Likiernik, qui a découvert le lupéol dans les cosses de lupin, a obtenu l'acétate de lupéol, fusible à 223°. MM. Sack et Tollens n'ont pu, par le même moyen, produire cet éther; ils ont recueilli un corps fusible à 210°, température très voisine du point de fusion du lupéylène. Le lupéol du *P. Treubi*, traité semblablement à 170°, nous a donné, non pas l'acétate, mais l'hydrocarbure de déshydratation.

L'éthérification du lupéol par le chlorure benzoïque, à 100° et en présence de pyridine, nous a fourni le benzoate de lupéol, fusible à 265°, cristallisé en lamelles, présentant les propriétés indiquées pour le benzoate de lupéol des autres origines.

Jusqu'ici, on a attribué au lupéol des formules diverses : M. Likiernik a indiqué $C^{26}H^{42}O$ comme formule probable, les formules $C^{25}H^{40}O$ et $C^{27}H^{44}O$ étant cependant possibles; MM. Sack et Tollens ont adopté $C^{26}H^{42}O$; M. Cohen a admis $C^{31}H^{50}O$. Nos analyses ont porté sur le lupéol, sur le cinnamate de lupéol et sur le lupéylène; elles conduisent à la formule $C^{30}H^{50}O$, pour l'alcool. Remarquons que cette dernière formule concorde mieux avec les résultats analytiques de M. Cohen que la formule en C^{31}.

Nous avons, d'autre part, pratiqué quelques déterminations cryoscopiques. Avec le lupéol, en solution dans la benzine : à 1 pour 100, nous avons eu PM = 406; à 2 pour 100, PM = 408; à 3 pour 100, PM = 412 ($C^{30}H^{50}O = 426$; $C^{31}H^{50}O = 438$; $C^{26}H^{42}O = 370$). Avec le cinnamate de lupéol, en solution dans le bromoforme : à 1 pour 100, nous avons eu PM = 543; à 1,5 pour 100, PM = 540 ($C^{30}H^{49} - CO^2 - C^8H^7 = 556$; $C^{31}H^{49} - CO^2 - C^8H^7 = 568$; $C^{26}H^{41} - CO^2 - C^8H^7 = 500$). MM. Sack et Tollens ont obtenu, par la méthode ébullioscopique et pour le lupéol, 420 et 439.

La formule $C^{30}H^{50}O$ est identique à celle des amyrines et de la paltreubine. On a fait remarquer déjà que cette dernière composition est celle d'un alcool monovalent dérivé d'un triterpène. Or, parmi les alcools dérivés d'un terpène, les isocamphénols se dédoublent facilement, sous l'action de la chaleur, en eau et hydrocarbure, par une réaction semblable à celle du lupéol.

Le dédoublement facile du lupéol par la chaleur explique encore, semble-t-il, les divergences constatées entre les résultats obtenus dans l'action du brome sur ce composé. M. Likiernik et, plus tard, M. Cohen, en traitant, dans une solution chloroformique, le lupéol par le brome, ont obtenu un dérivé de substitution monobromé de cet alcool, fusible à 185°. D'autre part MM. Sack et Tollens, en répétant la même expérience, ont recueilli un dérivé d'addition dibromé du lupéol, fondant à 154°. Avec le lupéol du *P. Treubi,* nous avons obtenu le premier composé, formé avec dégagement de HBr et fondant à 183°; avec le lupéylène, nous avons produit le second composé, formé sans dégagement de HBr et fondant vers 160°. MM. Sack et Tollens ont trouvé 28,91 de Br dans le corps qu'ils ont envisagé comme un produit d'addition au lupéol, alors que la théorie du dibromure de lupéylène est 28,20 centièmes.

Pour poursuivre cette étude, nous avons cherché à nous procurer du lupéol d'une des origines antérieurement indiquées; à la suite de MM. Sack et Cohen, nous avons traité le *bresk* ou *djetulung*, matière commerciale formée par le suc desséché de quelques *Dyera*. Le lupéol de cette origine est semblable à celui du *P. Treubi;* comme ce dernier, il est dédoublable par la chaleur en eau et hydrocarbure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de quelques éthers-sels d'acides gras α iodés sur l'iodure de phénylamine magnésium et l'iodure d'orthotoluidine magnésium.* Note de MM. **F. Bodroux** et **F. Taboury**, présentée par M. Troost.

Dans de précédentes Communications (*Comptes rendus,* t. CXL, p. 1597 et t. CXLI, p. 195) l'un de nous a montré que l'iodacétate d'éthyle réagissait normalement sur l'iodure d'orthotoluidine magnésium et restait à peu près sans action sur l'iodure de phénylamine magnésium.

Nous avons pensé que cette différence dans la manière d'agir de l'éther-sel employé dépendait de l'état physique sous lequel se présentait la combinaison organomagnésium. Dans la première expérience, en effet, celle-ci

était entièrement dissoute; dans la deuxième, elle était totalement précipitée.

Nous avons donc repris cette étude, en ce qui concerne l'iodure de phénylamine magnésium, en employant une quantité d'oxyde d'éthyle suffisante pour maintenir à peu près complètement en dissolution la combinaison organométallique.

Dans ces conditions, l'introduction de l'éther-sel a provoqué dans le liquide une réaction énergique. Lorsque celle-ci a été terminée, le contenu du ballon revenu à la température ambiante a été traité par l'acide chlorhydrique très étendu. La couche éthérée surnageante, par évaporation, a abandonné un solide blanc qui, recueilli sur un filtre, lavé avec soin et séché, cristallise dans l'alcool étendu en aiguilles blanches fusibles à 143°-144°.

C'est l'iodacétanilide qui a ainsi pris naissance :

$$CH^2I-COOC^2H^5+2C^6H^5-NH-Mg-I=CH^2I-C\begin{cases}O-Mg-I\\NH-C^6H^5\\NH-C^6H^5\end{cases}+Mg\begin{cases}OC^2H^5\\I\end{cases}$$

$$CH^2I-C\begin{cases}O-Mg-I\\NH-C^6H^5\\NH-C^6H^5\end{cases}+\begin{matrix}HCl\\HCl\end{matrix}=Mg\begin{cases}Cl\\I\end{cases}+C^6H^5-NH^2-HCl+CH^2I-CO-NH-C^6H^5.$$

En faisant réagir de la même façon sur les iodures de phénylamine magnésium et d'orthotoluidine magnésium l'α-iodopropionate d'éthyle et l'α-iodobutyrate d'éthyle, nous avons obtenu, avec un excellent rendement, les composés :

	Point de fusion.
$CH^3-CHI-CO-NH-C^6H^5$	135°-136°
$CH^3-CHI-CO-NH-C^6H^4-CH^3$ ortho	148
$CH^3-CH^2-CHI-CO-NH-C^6H^5$	126-127
$CH^3-CH^2-CHI-CO-NH-C^6H^4-CH^3$ ortho	138-139

Les corps précédents sont solides, inodores : ils cristallisent en aiguilles blanches, jaunissant lentement sous l'influence de la lumière.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'origine des dépôts de la matière colorante des vins rouges.* Note de M. A. TRILLAT, présentée par M. Roux.

La matière colorante du vin est constituée par une substance très oxydable à l'air et les travaux de Pasteur (¹) ont démontré que l'abondance des dépôts dans le vin soutiré, indépendamment des dépôts microbiens, était liée de la manière la plus directe avec une absorption d'oxygène. Comme on le sait, les expériences de Pasteur ont consisté à montrer que le vin rouge, à l'abri de l'air, pouvait se conserver indéfiniment, sans formation de dépôt, contrairement à ce qui se passait lorsque le vin était conservé en présence de l'air.

Mais cette absorption d'oxygène, constatée aussi par plusieurs savants, ayant toujours eu pour effet d'aldéhydifier plus ou moins en même temps l'alcool vinique, on pouvait se demander si ces dépôts, pour une partie, ne provenaient pas plutôt de la combinaison de la matière colorante avec l'aldéhyde acétique.

On sait, en effet, par de nombreuses expériences, que l'aldéhyde acétique se forme facilement dans le vin sous l'influence du soutirage, d'une exposition, ou d'une agitation à l'air, ou bien au cours de son vieillissement ou des maladies, c'est-à-dire dans des circonstances qui accompagnent généralement la précipitation du dépôt.

Étant donnée cette observation, la question se posait de savoir si ces dépôts de vin n'étaient pas solidaires de la présence des aldéhydes.

Les raisons sur lesquelles je m'appuie pour admettre cette manière de voir sont les suivantes :

1° Les aldéhydes de la série grasse et les acétals ont une grande affinité chimique pour la matière colorante du vin rouge et provoquent, à faibles doses, la formation de précipités;

2° Les dépôts, contrairement à la notion courante, peuvent être obtenus à l'abri de toute intervention de l'air, si le vin se trouve préalablement aldéhydifié;

3° Ils présentent à l'examen microscopique les mêmes particularités que les dépôts normaux.

I. Je rappellerai que l'action précipitante des aldéhydes sur la matière colorante du vin a été signalée pour la première fois dans ma Note sur les propriétés antiseptiques de la formaldéhyde (²). Plus tard, Martinand (³) étudiait cette action qu'il étendait à

(¹) *Étude sur le vin*, p. 117.

(²) *Comptes rendus*, 1892, p. 1771.

(³) *Revue de viticulture*, t. IX, p. 306.

un grand nombre d'aldéhydes, et Pottevin exprimait l'opinion qu'il pourrait bien y avoir une relation entre les dépôts qui se forment au cours de la casse du vin et l'augmentation en aldéhyde produite pendant la maladie.

J'ai étudié l'action de l'aldéhyde acétique sur un grand nombre de vins rouges de provenances variées et dont on connaissait l'âge et la composition; ils étaient additionnés en séries, de doses croissantes d'aldéhyde dont le maximum correspondait aux quantités que l'on peut rencontrer dans le vin. On notait le moment de l'apparition du dépôt dans chacun d'eux, comparativement à des témoins.

Dans les vins à faible degré alcoolique, comme dans les vins d'Aramont, la dose de 4^{cg} à 5^{cg} par litre a suffi pour provoquer la formation du dépôt après 25 jours, et la dose de 10^{cg} après 4 à 5 jours. Dans tous les cas, l'addition de 30^{cg} a été suffisante pour amener la précipitation.

Les mêmes doses d'aldéhyde dans des vins rouges de cépages différents ne précipitent pas la matière colorante dans le même temps : cette différence provient de ce que le précipité est légèrement soluble dans certains éléments du vin. Je m'en suis assuré en faisant varier le degré alcoolique, l'acidité, le sucre et la glycérine d'un même vin.

Dans ces mêmes expériences, j'ai constaté que l'acétal éthylique $C^2H^4[OC^2H^5]^2$ était décomposé par la matière colorante du vin et pouvait aussi fournir à la longue les mêmes précipités : ce fait est à remarquer, puisque l'acétal se forme pendant le vieillissement.

II. La précipitation de la matière colorante du vin peut être obtenue, contrairement à la notion qu'on en avait, en dehors de l'intervention de l'air si le vin est aldéhydifié artificiellement au moment de l'expérience.

a. On a répété l'expérience de Pasteur en faisant le vide sur des vins contenus dans des ampoules de verre dans lesquelles on laissait pénétrer ultérieurement quelques milligrammes d'aldéhyde acétique; les résultats ont été les mêmes que pour les vins aldéhydifiés en présence de l'air : les dépôts se sont formés après quelques jours.

b. Il en a été de même en opérant sur des échantillons de vin privés d'air et placés sous des cloches remplies de gaz hydrogène ou d'acide carbonique.

c. On provoque plus simplement le dépôt de la matière colorante, en l'absence d'air, en introduisant de l'aldéhyde acétique par une pipette effilée dans du vin préalablement privé d'air et recouvert d'une couche d'huile.

III. Ces précipités, comme le prouvent l'examen microscopique et les photographies que j'en ai faites, offrent la plus grande analogie avec les dépôts normaux. Ils sont caractérisés par des granulations, parfois régulièrement sphériques, d'une couleur brun rouge, et formant des dépôts adhésifs aux parois des récipients; dans les deux cas, on distingue des feuillets translucides renfermant ces granulations. La particularité signalée par Pasteur de la présence de parties violettes dans les dépôts normaux se rencontre souvent dans les dépôts artificiels. On peut aussi observer au microscope l'analogie de la structure des précipités; c'est grâce à cette structure (1), en forme de réseau, que certains matériaux en suspension dans le vin sont entraînés et qu'un collage se produit.

---

(1) Elle se présente dans beaucoup de précipités aldéhydiques. On a utilisé cette propriété dans l'industrie pour la décoloration de certains liquides, comme les extraits végétaux (cas des extraits des bois de châtaignier).

Enfin les dépôts normaux ou artificiels offrent les mêmes caractères de solubilité ou d'insolubilité dans les dissolvants neutres ou acides.

IV. Le phénomène de la précipitation de la matière colorante rouge du vin, sous l'influence de faibles doses d'aldéhyde, est expliqué par la théorie. En s'appuyant sur les travaux de M. Armand Gautier, qui a étudié la composition chimique des diverses matières colorantes ou acides œnoliques des vins rouges, on voit en effet que l'écart entre les poids moléculaires de ces acides œnoliques dont il donne la formule, et celui de l'aldéhyde acétique, est considérable. D'autre part, le même savant a démontré que ces matières colorantes étaient des acides tétratomiques renfermant plusieurs groupements hydroxyles : cette constitution permet de se rendre compte des condensations plus ou moins complètes qui ont lieu avec fixation du résidu aldéhydique, comme c'est le cas pour les polyphénols, produisant aussi des combinaisons de moins en moins solubles au fur et à mesure d'une condensation plus avancée (1).

La fonction polyphénolique de la matière colorante du vin fait aussi prévoir son caractère oxydable; mais il ne s'ensuit pas que les produits d'oxydation qui en résultent soient insolubles dans le vin.

Ainsi la matière colorante du vin rouge, préparée selon la méthode de M. Armand Gautier, dissoute dans un acide convenablement étendu, en l'absence d'alcool, se conserve longtemps et ne trouble pas par un barbotage d'oxygène de plusieurs heures; par contre, l'addition d'aldéhyde ou d'alcool aldéhydifié fait apparaître le précipité; cette expérience prouve, en tous cas, que le dépôt provoqué par l'aldéhydification est moins soluble que celui qui provient de l'oxydation.

V. Il résulte donc de toutes ces observations que la formation du dépôt de la matière colorante du vin rouge aura lieu chaque fois qu'une circonstance quelconque fera naître l'aldéhyde ou viendra augmenter ses proportions existant déjà dans le vin. Or quelles sont ces circonstances?

Ce sont : l'aération rapide du vin à l'air qui en quelques heures fournit 2^{cg} à 3^{cg} d'aldéhyde acétique par litre; le vieillissement, pendant lequel la quantité d'aldéhyde libre ou combinée sous forme d'acétal peut atteindre 15^{cg} par litre; les maladies du vin, notamment l'amertume et la casse, au cours desquelles on en a signalé jusqu'à 50^{cg}, dose plus que suffisante pour précipiter rapidement la presque totalité de la matière colorante de tous les vins rouges. On peut donc conclure que l'aldéhydification de l'alcool du vin est une des causes, sinon la principale, de la formation des dépôts des vins rouges.

---

(1) Il en est ainsi pour la plupart des polyphénols et amidophénols de la série aromatique. On arrive (Bayer) à obtenir des précipités amorphes, insolubles dans les alcalis et les acides concentrés. (Exemple : cas de la résorcine.)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse d'un aldéhyde à odeur de violette : le cyclo-lémonylidène-propénal.* Note de M. **Ph. Barbier**, présentée par M. A. Haller.

D'après ce que l'on connaît sur la condensation des aldéhydes entre eux, le lémonal (citral) doit se condenser avec l'aldéhyde propylique, comme avec la diméthylcétone, en donnant un isomère de la pseudoionone qui, par fermeture de la chaîne, devra comme celle-ci engendrer un aldéhyde cyclique parfumé isomère de l'ionone.

J'ai voulu vérifier le fait, et surtout savoir si l'aldéhyde qui devait prendre naissance serait odorante, et quelle serait la nature de ce parfum.

Après un certain nombre d'insuccès dus à l'action énergique des alcalis sur les deux aldéhydes soumises à la réaction, j'ai réussi à obtenir le produit de condensation cherché en traitant par la soude diluée une solution hydroalcoolique de lémonal et de propanal en proportions équimoléculaires.

C'est un liquide huileux inodore qui paraît être un mélange de deux isomères, l'un bouillant à 147°-148° et l'autre à 158°-160° sous 13mm de mercure.

A l'analyse, ces deux fractions présentent la même composition exprimée par la formule $C^{13}H^{20}O$.

En effet, le mélange des deux fractions a donné

C pour 100	80,93
H pour 100	10,29

La fraction bouillant à 147°-148° a donné

C pour 100	= 81,02
H pour 100	= 10,31

La théorie exige pour cette combinaison

C pour 100	= 81,30
H pour 100	= 10,41

L'oxydabilité extrême de cette substance rend facilement inexacts les résultats de l'analyse, lorsque cette dernière n'est pas faite immédiatement après la rectification.

Cet aldéhyde non saturé répond à la formule :

$$
\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{}{CH^3-\underset{|}{C}}}=CH-CH^2-CH^2-\underset{\underset{\displaystyle CH^3}{|}}{C}=CH-CH=\underset{\underset{\displaystyle CH^3}{|}}{C}-CHO
$$

qui résulte de son mode de formation.

Pour le transformer en composé cyclique, on le dissout dans l'acide sulfurique à 60 pour 100, à froid et en agitant, puis on porte la dissolution à la température de 50° à 60° pendant quelques minutes, et l'on verse sur la glace.

On extrait à l'éther et, après neutralisation, dessiccation et élimination de l'éther, on fractionne dans le vide.

La substance se sépare en deux fractions, 123°-125° et 132°-133°, qui possèdent la même composition.

1° (123°-125°) : C pour 100 = 81,07 H pour 100 = 10,37
2° (132°-133°) : C pour 100 = 81,12 H pour 100 = 10,45

Ces deux fractions sont des liquides légèrement huileux, de couleur faiblement ambrée.

Avec la semicarbazide ils donnent deux semicarbazones dont une cristallisée fusible à 174°-175°, l'autre est visqueuse.

La constitution de ces aldéhydes peut être représentée par le schéma ci-dessous :

```
             CH³
             |
             C            CH³
           /   \\          |
       CH²        C — CH = C — CHO
        |         |
        |         |   / CH³
       CH²        C <
           \    /     \ CH³
            CH²
```

Ces aldéhydes présentent une odeur intense de violettes fraîchement cueillies, très supérieure à celle que présente son isomère l'ionone qui, à côté du parfum de violettes, exhale une odeur de bois de cèdre assez désagréable.

Malgré cette supériorité dans la finesse du parfum, ces deux aldéhydes ne pourront guère recevoir d'applications industrielles, car elles ont l'inconvénient grave de s'oxyder très rapidement en perdant leur suavité. Si l'on parvenait à empêcher cette oxydation, elles pourraient remplacer l'ionone avantageusement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur le phénomène de coloration du pain bis.* Note de MM. Gabriel Bertrand et W. Mutermilch, présentée par M. Roux.

En reprenant l'étude de la coloration du pain bis au point où les recherches de Mège-Mouriès l'avaient amenée, Boutroux a fourni la preuve qu'il ne s'agissait pas d'un phénomène microbien mais d'un phénomène diastasique. Selon lui, le brunissement a lieu au contact de l'air par l'action d'une oxydase, identique à celle de l'arbre à laque, sur une substance de nature indéterminée contenue, elle aussi, dans le son du froment.

Complétant ces recherches, nous avons établi, à notre tour, que l'oxydase du son était, non pas de la laccase, mais une tyrosinase très résistante à la chaleur, une thermostabiltyrosinase ([1]).

Aujourd'hui, nous allons pénétrer plus loin dans le phénomène et montrer que la coloration du pain bis résulte de deux actions diastasiques différentes, la première élaborant, en quelque sorte, la substance qui est oxydée dans la seconde.

Les expériences suivantes montrent d'abord que, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, la macération aqueuse de son ne renferme ni tyrosine, ni substance analogue colorable par la tyrosinase.

On fait macérer, pendant quelques heures, une partie de son de froment avec quatre à cinq parties d'eau, puis on sépare le liquide à la presse, on le filtre à la bougie Chamberland et on l'introduit dans des tubes à essais stérilisés, munis d'un tampon d'ouate. Les tubes sont ensuite chauffés dans un bain-marie bouillant pendant 5 minutes, pour détruire toutes les diastases en dissolution.

Si l'on ajoute alors, après refroidissement, un peu de tyrosinase, les tubes se conservent sans prendre aucune coloration.

Nous nous sommes servis de deux sortes de tyrosinase. La première provenait du son; on l'a obtenue comme il a été décrit dans notre publication antérieure; après l'avoir dissoute dans l'eau, on l'a portée à la température de 75° et passée à travers une bougie de porcelaine. La seconde a été extraite par la glycérine d'un champignon particulièrement riche : *Russula Queletii* Fr. Au moment du besoin, l'extrait glycériné ([2]) a été dilué avec un peu d'eau et filtré à la bougie.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1285.

([2]) Pour préparer cet extrait, on débarrasse le champignon de son épiderme coloré, on le coupe en petits morceaux et on le met dans un flacon avec deux fois son poids de glycérine à 30° B. On agite de temps en temps les premiers jours et l'on conserve dans une armoire, à l'abri de la lumière.

La substance qui, dans la macération aqueuse du son, se colore à l'air sous l'influence de la tyrosinase est produite, au cours d'une transformation antérieure, par une autre diastase.

Pour le démontrer, on introduit la macération aqueuse du son, au sortir du filtre de porcelaine, dans des tubes stérilisés, d'une forme spéciale, permettant l'extraction des gaz à la trompe à mercure. Pour favoriser le départ de l'air dissous, on maintient le liquide des tubes quelques minutes à l'ébullition, sous vide, en chauffant très doucement; enfin, lorsque l'extraction est complète, on scelle à la lampe.

Une partie des tubes est alors chauffée 5 minutes dans un bain-marie bouillant; elle est destinée à servir de témoin. On la place ensuite, avec le reste des tubes, dans une étuve à + 35°. Après un certain temps, variable de quelques jours à plusieurs semaines, on procède à l'examen comparatif des tubes. Ceux qui n'avaient pas été chauffés sont maintenus 5 minutes vers 100°. Ils ne diffèrent plus alors des tubes témoins qu'en ce que les diastases [sauf la tyrosinase ([1])] ont pu y exercer leur action.

En ouvrant les tubes, on constate : 1° qu'il n'y a de coloration, au seul contact de l'air, dans aucun des liquides; 2° qu'après avoir ajouté de la tyrosinase, soit du son, soit des champignons, le liquide des tubes témoins reste sans changement, tandis que celui des autres prend très vite une coloration rose, devenant rouge cerise, puis brun noir.

Ainsi le brunissement de l'extrait de son résulte bien de deux actions diastasiques successives : la première met en liberté un chromogène incolore ayant les caractères essentiels de la tyrosine; la seconde fixe l'oxygène atmosphérique sur ce chromogène et donne finalement un produit brun.

Quelle est la nouvelle substance diastasique, celle qui agit dans la première phase du phénomène? D'après nos expériences, c'est une protéase : elle hydrolyse, avec production de tyrosine, non seulement les matières protéiques du son et celles du gluten, mais encore la caséine du lait de vache. On sait que ces diverses matières protéiques sont parmi les plus riches en tyrosine.

La protéase du son de froment, que l'on pourrait appeler *gluténase*, à cause de ses caractères particuliers, est inactive en milieu alcalin; elle agit en milieu neutre et, beaucoup mieux encore, en milieu acide. Les acides organiques (acétique, oxalique) et les acides minéraux (chlorhydrique) peuvent servir à activer son pouvoir digestif. C'est ainsi que, dans une solution renfermant deux millièmes d'acide chlorhydrique, nous avons

---

([1]) Et aussi la peroxydiastase, puisqu'il n'y a pas de peroxyde d'hydrogène.

obtenu en quelques jours une production de tyrosine qui, pour être aussi manifeste en milieu neutre, exigeait deux semaines.

Voici comment nous nous sommes assurés de la mise en liberté de la tyrosine dans l'action de la gluténase sur les matières protéiques.

Une petite quantité de ces matières, environ un demi-gramme, était introduite avec quelques centimètres cubes d'eau dans un tube simplement bouché avec un tampon d'ouate. Après stérilisation à l'autoclave, à + 115°, et refroidissement, on ajoutait un peu de solution préparée avec le précipité diastasique du son et filtrée à la bougie Chamberland. On procédait aussitôt à l'extraction totale de l'air, libre ou dissous, à l'aide de la trompe à mercure, et l'on scellait le tube. La digestion était ensuite obtenue par un séjour plus ou moins prolongé à l'étuve, vers + 35°. Lorsqu'on la jugeait suffisante, on plongeait le tube dans un bain-marie bouillant, pendant 5 minutes; on le laissait refroidir, puis on l'ouvrait pour essayer sur son contenu l'action de la tyrosinase. On obtenait alors la série caractéristique des colorations.

Les matières protéiques du son qui ont servi dans ces expériences ont été obtenues, en même temps que le précipité diastasique, par l'action de l'alcool sur la macération aqueuse du son. Comme le contact de l'alcool les a coagulées, elles restent insolubles lorsqu'on reprend le précipité par l'eau, pour en extraire les diastases. En raison de leur état, il faut une quinzaine de jours pour en obtenir une digestion notable avec la gluténase; la caséine du lait de vache est digérée beaucoup plus rapidement.

La double réaction diastasique qui détermine la coloration du pain bis ne représente pas un phénomène isolé; elle est, bien au contraire, le type de toute une série de transformations qu'il y a lieu de supposer analogues, parmi lesquelles il faut citer les *mélanoses* animales étudiées chez plusieurs insectes, chez la seiche, chez le cheval atteint de certaines tumeurs, par Biedermann, par von Fürth et Schneider, par Przibram et surtout par Gessard. Dans aucun de ces exemples on n'avait déterminé le mode de production du chromogène; on avait seulement démontré l'intervention d'une tyrosinase, reconnu dans quelques-uns la présence de la tyrosine. L'étude de la coloration du pain bis permet d'interpréter d'une manière plus complète et plus précise les diverses mélanoses.

BOTANIQUE. — *Observations sur les feuilles primordiales des Achillées.* Note de M. **Léon Dufour**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Si l'on compare entre elles les feuilles adultes de diverses espèces du genre *Achillea*, on constate que ces feuilles présentent, par leur ensemble, une série de formes de complication progressivement croissante.

Ainsi chez les *A. Ageratum, Ptarmica, Herba-rota,* les feuilles sont simples et possèdent seulement de petites dents sur tout ou partie de leur pourtour.

Chez d'autres espèces, comme les *A. macrophylla, Filipendula, dentifera,* les feuilles sont composées et les folioles sont simplement dentées; il y a même des espèces ou les folioles sont entières ou bien ne présentent que très peu de dents (*A. chamæmelifolia, A. moschata*).

Dans un autre groupe d'espèces (*A. tanacetifolia, A. odorata,* etc.), la division est portée plus loin, les folioles sont profondément incisées.

Enfin la complication est maxima chez les *A. Millefolium, ligustica, nobilis* et quelques autres, où les folioles sont entamées jusqu'à leur nervure médiane, c'est-à-dire que la feuille est doublement composée [1].

Il n'est pas sans intérêt de se demander si, quand elles germent, les Achillées produisent de suite des feuilles ayant la forme ordinaire ou si elles donnent d'abord naissance à une série de feuilles successives de plus en plus compliquées. Car, à ce point de vue, les diverses espèces se comportent différemment. La Carotte, par exemple, a ses premières feuilles déjà composées et ressemblant beaucoup aux feuilles suivantes; la Berce, au contraire, dont les feuilles définitives sont si compliquées, a ses premières feuilles simples.

Étudions donc ce qui se passe à la germination d'une espèce à feuilles très compliquées, l'*A. Millefolium.*

Les deux premières feuilles, qui sont opposées, ont un limbe présentant, de chaque côté, de une à trois dents épineuses. Ce limbe est moins long, par rapport à sa largeur, que chez la feuille ordinaire; la longueur est d'environ une fois et demie la largeur, (10^{mm} sur 6^{mm}). La troisième feuille présente, non plus de simples dents, mais des échancrures profondes, allant presque jusqu'à la nervure médiane, et les différents lobes sont dentés eux-mêmes; même rapport que précédemment entre la longueur et la largeur (15^{mm} sur 10^{mm}). Dans la feuille suivante les divers caractères s'accentuent; les lobes latéraux sont plus nombreux et les incisures ne laissent subsister qu'une nervure médiane un peu ailée; ici encore la longueur est égale à une fois et demie la largeur (26^{mm} sur 17^{mm}).

Enfin chez la cinquième feuille les lobes sont plus grêles, non plus simplement den-

---

(1) On distingue généralement deux sections dans le genre *Achillea;* les sections *Millefolium* et *Ptarmica,* considérées aussi parfois comme deux genres distincts. Au point de vue de la forme des feuilles il n'y pas lieu d'établir une distinction entre ces deux groupes, car chacun d'eux possède à la fois des espèces à feuilles simples et des espèces à feuilles composées.

tés, mais divisés eux-mêmes; leur nombre est beaucoup plus grand que précédemment et la feuille présente une forme très allongée (50^{mm} sur 20^{mm}); elle possède, en somme, à peu près, tous les caractères de la feuille définitive adulte.

On trouve une série analogue de formes pour les autres espèces à feuilles composées.

Les choses se passent de la même manière chez les espèces à feuilles simples.

Par exemple, chez l'*A. Ageratum* les deux premières feuilles ont un limbe ovale, entier, totalement dépourvu de dents. C'est seulement la troisième feuille qui présente deux ou trois dents de chaque côté. La quatrième, et quelques-unes des suivantes, ont une forme de raquette dentée dans la partie limbaire et rappellent beaucoup les feuilles d'*A. Herba-rota*. Celles qui viennent ensuite sont plus allongées, présentent un grand nombre de dents assez profondes, denticulées elles-mêmes et arrivent progressivement à réaliser la forme définitive.

Nous constatons donc que les premières feuilles des diverses espèces sont presque identiques, même quand les états définitifs ne sont pas les mêmes; et l'on peut dire que les feuilles primordiales de deux espèces différentes se ressemblent plus entre elles, qu'elles ne ressemblent aux feuilles définitives de l'espèce à laquelle elles appartiennent.

En résumé, dans le genre *Achillea*, avant de produire ses feuilles définitives, une espèce à feuilles très divisées donne naissance à toute une série de ces organes dont la complication va croissant progressivement. Et ces formes successives rappellent celles des feuilles qui existent, comme type définitif adulte, chez les autres espèces pourvues de feuilles moins complexes.

Il serait exagéré de vouloir, d'après l'étude d'un seul caractère, esquisser une généalogie des espèces du genre *Achillea*. Nous remarquerons cependant que, en considérant les espèces dont les feuilles sont les plus simples comme les représentants des générations les plus anciennes d'une même race, et les espèces dont les feuilles sont les plus compliquées comme les représentants des générations les plus récentes, on a sous les yeux un exemple frappant du parallélisme entre le développement de l'individu et le développement de la race.

L'étude comparée de ces deux types de développement a été la source de découvertes fécondes en Zoologie. Tout donne à penser que, en ne nous bornant pas à l'examen des formes adultes, mais en étudiant aussi les phases successives par lesquelles passent les jeunes plantes avant d'arriver à leur état définitif, nous pourrons acquérir des notions plus précises et plus complètes sur les affinités des divers types de végétaux.

BOTANIQUE. — *Les Termites champignonnistes, à Madagascar.* Note [1] de MM. **H. Jumelle** et **H. Perrier de la Bathie**, transmise par M. G. Bonnier.

Les observations de Thomas Belt, au Nicaragua en 1874 et surtout, depuis lors, les recherches plus précises faites par M. Möller au Brésil, en 1893, nous ont révélé que diverses Fourmis sont d'habiles champignonnistes. Les feuilles que les *Atta* de l'Amérique tropicale, par exemple, emportent dans leurs nids, après avoir trop souvent dévasté les plantations, ne seraient pas destinées, comme on l'a cru longtemps, à servir d'aliment à l'insecte; elles sont seulement triturées, pour constituer des sortes de meules sur lesquelles se développe un mycélium de Champignon (*Rozites gongylophora* Möll.), qui est la vraie nourriture des larves.

En Europe d'ailleurs, d'après M. de Lagerheim, une Fourmi noire commune en Allemagne, le *Lasius uliginosus*, cultiverait de même un Champignon qui, sous sa forme imparfaite, serait le *Cladotrichum myrmecophilum*.

D'autre part, M. Holtermann, en 1899, a remarqué le même trait de mœurs chez des Termites de Java, qui cultiveraient une Agaricinée, le *Pluteus Rajap* Holt.

Nous croyons intéressant de signaler aujourd'hui des habitudes analogues chez les Termites de Madagascar.

Ces Termites, dans le nord-ouest de l'île, où nos observations ont été faites, semblent appartenir à deux espèces. L'une construit ses gros nids coniques dans les endroits découverts, sur le sable ou sur la latérite; l'autre, dont les nids sont également coniques, mais plus hauts, habite les bois et les forêts.

Certaines différences dans les mœurs sont la conséquence de cette différence d'habitat et il est une particularité précisément qui est à relever ici.

L'espèce des terrains découverts, tout comme l'espèce sylvicole, cultive le Champignon. Cependant alors que, toute l'année, on trouve des meules (les *Pilzgärten* de M. Möller) dans les termitières des forêts, il n'y en aurait pas à certaines époques dans les termitières des collines dénudées. En tout cas, en janvier et février derniers, l'un de nous a ouvert dix de ces termitières des collines et n'y a vu que des fragments de Graminées; au contraire, dans cinq termitières de l'espèce sylvicole qui ont été examinées au même moment, les grandes chambres médianes étaient occupées par les meules de culture.

---

(1) Reçue dans la séance du 17 juin 1907.

Il en faudrait donc conclure que, tandis que l'espèce des forêts, en raison de son habitat, s'approvisionne pendant toute l'année, les termites des endroits non boisés ne s'approvisionnent qu'en saison des pluies, préparant avant la saison sèche (qui dure de mai à novembre) les cultures qui leur serviront de réserves pendant cette période.

Les *meules à champignons* sont de grosses masses plus ou moins arrondies, n'ayant, dans les chambres, aucun contact avec les parois, qui sont lisses et bien battues.

Elles ont, à peu près, l'aspect général des meules construites par les *Atta*, telles que les figure M. Möller.

Elles sont constituées par l'agglomération de petits granules assez régulièrement sphériques, de $0^{mm},5$ de diamètre, en moyenne.

Au miscroscope ces granules apparaissent formés de débris végétaux divers, si finement morcelés et désagrégés que la structure cellulaire n'y est plus ordinairement reconnaissable. Un peu de terre y est toutefois mélangée, qui joue évidemment le rôle de ciment unissant tous ces débris. La présence de cette terre est déjà reconnaissable à la couleur légèrement rougeâtre que, dans les termitières des sols de latérite, présente souvent l'intérieur des globules; en outre, l'incinération laisse un très fort résidu (14 pour 100 environ), qui prouve qu'il n'y a pas que de la matière végétale.

Toutes ces minuscules boulettes ne sont pas unies en une masse compacte; elles sont ingénieusement accolées les unes aux autres de façon à former une sorte de gâteau creusé de nombreuses galeries irrégulières, sinueuses, plus larges que hautes, s'entremêlant en un véritable labyrinthe.

C'est sur toute la surface externe et interne de la meule et de ces galeries que se développe un mycélium blanc, présentant de petits amas arrondis et feutrés autour desquels les larves semblent très empressées.

Cet empressement est bien l'indication que ces pelotes fongiques sont un aliment; du reste le mycélium disparaît très rapidement dès qu'une termitière est abandonnée.

Mais quel est ce champignon?

Si l'on veut se contenter de le caractériser sous sa forme imparfaite, la réponse peut être assez précise.

Lorsque l'un de nous, en septembre dernier, reçut en France des fragments de meules, tout le mycélium était couvert de granules jaune verdâtre, bien visibles à la loupe, et de $0^{mm},06$ à $0^{mm},09$ de diamètre.

Ce sont des formations conidiennes en tête. Un pédicelle court et mince, cloisonné, se termine par un fort renflement sphérique, marqué d'un épaississement en réseau irrégulier. Ce réseau devient surtout très net lorsqu'on le colore avec le bleu coton.

Sur la sphère sont fixées de très nombreuses spores globuleuses, de $0^{mm},004$ à $0^{mm},006$ de diamètre, dont la membrane, chagrinée, ne bleuit pas ou bleuit difficilement par le réactif précédent.

Nous n'avons malheureusement pas réussi jusqu'alors à faire germer ces spores, même sur une décoction, liquide ou gélatinisée, de fragments de meules.

Néanmoins, d'après les caractères précédents, il nous semble qu'on peut faire rentrer le champignon dans le genre *Œdocephalum*, parmi les Mucédinées céphalosporiées.

Il reste à déterminer la forme parfaite. Sur ce point, la diversité des Basidiomycètes et Ascomycètes qui poussent au voisinage immédiat des termitières rend la solution du problème assez délicate.

BOTANIQUE. — *Sur quelques variations observées dans le genre Rosier.* Note [1] de M. **Lucien Daniel**, transmise par M. Gaston Bonnier.

Dans une précédente Note [2] j'ai montré que l'on peut, par la greffe, obtenir quelquefois des variétés nouvelles, et utiliser, dans ce but, soit les combinaisons de caractères du sujet et du greffon (hybrides de greffe), soit les caractères nouveaux qui peuvent apparaître simultanément avec les premiers ou se produire isolément. Beaucoup de ceux-ci sont dus aux conditions de vie nouvelles qu'amène la symbiose : l'une des causes de leur production, c'est le déséquilibre entre les capacités fonctionnelles du sujet et du greffon qui amène pour l'une ou l'autre plante une *suralimentation* à un moment donné ou inversement.

J'ai essayé de provoquer systématiquement, dans le genre Rosier, des variations de forme et de couleur en me servant de la suralimentation par greffage et taille combinés. On sait d'ailleurs que l'on peut ainsi, dans beaucoup de plantes, obtenir des monstruosités variées [3]. La présente Note a pour but de faire connaître les premiers résultats de ces expériences, commencées en 1899.

---

(1) Reçue dans la séance du 17 juin 1907.

(2) Lucien Daniel, *Création de variétés nouvelles par la greffe* (*Comptes rendus*, 30 avril 1894).

(3) Lucien Daniel, *Essais de Tératologie expérimentale; origine des monstruosités* (*Revue bretonne de Botanique*, 1906-1907).

Pour réaliser le déséquilibre maximum entre les capacités fonctionnelles du sujet et du greffon, j'ai choisi comme sujets des églantiers vigoureux, plantés depuis deux ans, et je les ai écussonnés à œil poussant dans la région où j'avais, par un pincement préalable, rendu l'appel maximum. Pour greffons, j'ai pris des bourgeons assez voisins des fleurs, qui, comme on sait, donnent des pousses peu vigoureuses. De cette façon, l'écart entre le sujet et le greffon est le plus grand possible. En outre, le déséquilibre initial se trouvait augmenté par la nature argileuse du sol et l'ombre portée par des pyramides de poirier. Enfin, par une taille raisonnée du greffon et par la suppression des pousses du sujet, j'ai, à diverses reprises, fait varier systématiquement le déséquilibre de nutrition initial.

Les résultats de cette méthode ont été plus ou moins lents à se manifester suivant la nature des rosiers en expérience. Sur une centaine de ces plantes, je n'ai obtenu que quelques variations importantes et ce résultat ne peut surprendre, si l'on considère la rareté des variations spécifiques provoquées par le greffage. J'ai déjà signalé quelques-unes de ces variations qui intéressent plutôt la tératologie; telles sont la transformation du corymbe de la rose « Souvenir d'un ami » en cyme bipare; l'apparition de feuilles opposées sur le rosier « Coquette des blanches »; les modifications de la feuille, des bourgeons et des réceptacles de « E. Veyrat-Hermanos ».

D'autres variations intéressent à la fois la théorie et la pratique horticole : ce sont celles-ci sur lesquelles je désire appeler l'attention dans la présente Note. Elles portent sur la *nature* et le *coloris* des pétales.

Le rosier « Raimbow », à fleurs panachées, m'a fourni un rameau portant des roses non panachées, rappelant la rose « Mme de Tartas », et présentant chaque année des changements de forme ou de coloris difficiles à fixer. Le rosier « Souvenir d'un ami » est actuellement changé de couleur; à la place de la teinte d'un beau rose caractéristique de la variété type, les pétales ont une teinte d'un rose pâle et la fleur est différente. Par écusson, cette variation se maintient identique depuis 4 ans.

Une des modifications les plus curieuses est celle qu'a présentée le rosier « Captain Christy ». Au début, l'écusson se développa avec difficulté et il me fallut le surveiller avec beaucoup de soin pour l'empêcher de pourrir, par suite du déséquilibre de nutrition fort élevé à ce moment. L'année suivante, le greffon fleurit; les roses s'ouvrirent avec difficulté et j'eus l'agréable surprise de trouver, comme dans mes greffes de Choux (1893), des pétales chiffonnés donnant à la fleur un aspect particulier qui n'existe, à ma connaissance du moins, dans aucune des roses actuellement connues.

En outre, la teinte rose des pétales avait considérablement pâli dans l'intervalle des nervures; celles-ci étaient restées bien roses, ce qui rendait la fleur panachée d'une façon curieuse. Depuis cinq ans, cette variation se maintient avec ses mêmes caractères et sa sensibilité à la pourriture.

Cette année, j'ai employé le procédé de la taille incomplète sur des Rosiers qui jusqu'ici ne m'avaient encore donné aucune variation. Deux d'entre eux ont alors varié pour la première fois et promettent de donner des nouveautés intéressantes. Ainsi, le rosier « Colonel Juffé », au lieu du coloris rose vif du type normal, a porté plusieurs fleurs à pétales rose très pâle sur les bords et à centre d'un rose tout différent de la

couleur habituelle. La forme de la rose était aussi modifiée. Le rosier « Marie d'Orléans » portait sur quelques rameaux des fleurs à pétales d'un rose très pâle, avec une bordure d'un rose plus vif, donnant beaucoup de cachet à ces roses. Je me propose naturellement de suivre avec soin ces transformations, afin de voir si elles sont momentanées ou définitives.

En résumé, l'on peut, par l'emploi rationnel de la greffe et des opérations d'horticulture provoquant un déséquilibre de nutrition convenable, obtenir non seulement des monstruosités dans le genre Rosier, mais encore des variétés nouvelles, modifiées dans leur forme ou leur coloris.

ZOOLOGIE. — *Sur la valeur morphologique des épines du polypier des Antipathaires.* Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Ed. Perrier.

Le polypier, ou axe interne, des Antipathaires porte avec constance, chez la plupart des genres, des épines souvent nombreuses et fortes. Ce fait lui donne une allure caractéristique et le rend facile à reconnaître. Son ontogenèse n'est pas connue. Mais sa disposition particulière et ses connexions autorisent à le considérer comme un produit d'origine ectodermique, fourni par le groupe colonial des polypes. Les épines, issues de même provenance, se surajoutent à l'axe au fur et à mesure de son accroissement. Elles équivalent ainsi à des productions supplémentaires, dont les autres anthozoaires paraissent privés; elles auraient une valeur morphologique nettement spécialisée, ne correspondant à rien de ce qui existe ailleurs.

Or l'expédition Charcot a recueilli, dans les mers Antarctiques, un Gorgonide de la famille des Primnoïdés, dont il convient de faire un genre nouveau, voisin de *Thonarella*. Ce genre se caractérise surtout par la forme en massue de ses branches polypifères, d'où le nom de *Rhopalonella* que je lui ai donné. L'un des échantillons est complet. Le tronc principal du polypier, corné et souple, est dénudé sur une assez grande étendue de sa région basilaire. Cette zone dénudée porte des épines, disposées de telle sorte qu'elle semble appartenir, sur un premier examen, à un axe d'Antipathaire. Pourtant, il s'agit vraiment d'un Alcyonaire; une étude attentive montre que les polypes de la colonie ont produit le polypier entier. On ne saurait admettre qu'il y ait là un cas de symbiose, de fixation d'un Alcyonaire colonial sur un axe étranger.

Les épines les plus basses sont courtes et massives; elles ne diffèrent

point de celles des Antipathaires. Mais les autres, plus nombreuses, plus allongées, prolongent leur sommet en un appendice souple et filiforme. Ce filament terminal augmente de longueur à mesure que l'on remonte plus haut sur le tronc; suivant leur série de bas en haut, on arrive, par gradations ménagées, aux premières branches polypifères minces et grêles. Les polypes sont supportés, en effet, par un axe ténu et souple, dont la base d'insertion s'élargit quelque peu pour s'attacher au tronc principal.

Cette description est donnée d'après l'examen de la colonie complète. Elle permet de se représenter les phases plus jeunes. Les branches sont alors plus courtes, et leur zone d'attache plus large. Les premières branches produites, les plus basses par suite sur la colonie achevée, se restreignent à cette zone seule. Aussi affectent-elles une allure d'épines, qui s'atténue de plus en plus dans les branches plus récentes et plus allongées. On sait, d'autre part, que le polypier des Gorgonidés a une origine ectodermique.

En procédant par comparaison, il est possible d'étendre aux Antipathaires de telles notions. La ressemblance d'origine et de connexions immédiates est complète entre leurs épines et celles de *Rhopalonella*. Aussi est-on en droit de les considérer comme homologues. Les épines des Antipathaires ne seraient donc pas des éléments spéciaux, puisqu'on retrouve parfois leurs équivalents chez d'autres Anthozoaires, où leur signification se précise mieux. Elles correspondent, en définitive, à des branches de l'axe. Leur valeur morphologique est celle des branches abortives. Les Antipathaires à colonies indivises ne possèdent que ces dernières. Ceux qui affectent une allure rameuse leur ajoutent des branches pourvues d'un développement normal.

ZOOLOGIE. — *Persistance de la trochophore chez un Hésionien.* Note de M. C. **Viguier**, présentée par M. Ed. Perrier.

Au cours de recherches sur le plankton entraîné par le courant qui longe notre littoral, j'ai recueilli, le 27 avril dernier, à 60^m de profondeur, par plus de 200^m de fond, deux exemplaires, exactement pareils, d'une larve de Polychète dont le corps, bien développé, ne présentait aucune trace d'adaptation à la vie pélagique. Seule, la persistance de la couronne larvaire leur permettait de vivre avec le plankton de haute mer, où l'on ne voyait pas d'autres larves d'animaux de fond. Rendus opaques par une

pigmentation variée d'orangé et de blanc pur, longs de $3^{mm},5$, larges d'un peu plus de 1^{mm} dans la région moyenne du corps et de 2^{mm} au niveau de la couronne, ils comptent, outre quatre segments post-oraux fusionnés, quinze segments normaux en avant du pygidium.

Contrairement aux autres larves d'Errantes, chez lesquelles on a signalé une persistance de l'appareil larvaire, celles-ci sont surtout remarquables par leur extrême régularité. C'est une trochophore *régulière*, et *proportionnée aux anneaux qui la suivent*, qui est la tête d'une Annélide dont le développement, déjà fort avancé, suit évidemment la marche la plus normale. On remarque seulement que le premier segment apparent provient de la séparation incomplète de quatre segments; ainsi que l'indiquent non seulement les huit paires de cirres qu'il porte, mais encore l'examen des bandelettes ventrales. Celles-ci, soudées dans l'étendue des deux derniers de ces segments, comme dans tous ceux qui les suivent, mais dont la segmentation transversale est incomplète, les sillons qui l'indiquent s'arrêtant assez loin de la ligne médiane, divergent à partir de là, en diminuant d'importance; et, en avant des premiers cirres, vont se perdre dans la musculature de la couronne.

La fusion d'un nombre, variable du reste, des premiers segments postcéphaliques est la règle dans la famille des Hésioniens, à laquelle cette forme larvaire appartient certainement, sans que je puisse l'attribuer à l'un des genres dont je trouve les descriptions dans les publications dont je dispose. Lés pieds sont uniramés; les soies, toutes composées, caractéristiques.

La réduction d'un certain nombre de segments post-céphaliques, accompagnée ou non de la disparition des cloisons intersegmentaires, est fréquemment déterminée par le recul de la bouche, dont je rappelais encore l'importance dans ma Note du 10 juillet 1905.

Cette cause ne peut évidemment être invoquée lorsque la bouche garde sa place primitive. Il est parfaitement admissible que la coalescence des segments post-oraux soit alors déterminée par l'importance plus ou moins grande que garderait, originellement du moins, l'hémisphère inférieur de la trochophore, ne permettant pas aux segments de se développer normalement.

Mais, en ce cas, nous n'aurions déjà plus ici la disposition tout à fait primitive; puisque cet hémisphère inférieur ne correspond actuellement qu'aux deux premiers segments, les deux autres ayant été cependant gênés dans leur développement. L'écartement des bandelettes ventrales semble

surtout maintenu, actuellement du moins dans les deux premiers, par l'existence d'un vaste stomodéum dont l'épithélium, différent de celui du tube digestif, avec lequel il ne semble pas encore communiquer, est revêtu d'une cuticule assez épaisse. Il fonctionne probablement comme estomac provisoire et ne permet pas de savoir quelle sera plus tard la disposition de la trompe.

Sauf les modifications de l'appareil digestif, il est évident que la tête de l'Annélide ne doit subir qu'une réduction graduelle; puisque tous les organes sensoriels, qui se trouvent réunis sur un lobe rétractile, au pôle apical, ont déjà les dispositions caractéristiques des adultes de cette famille. Ce lobe sensoriel, qui n'est évidemment autre chose que la partie antérieure de la tête de l'adulte, porte quatre yeux, les rudiments de cinq antennes et deux fossettes ciliées, reliées entre elles par une crête ciliée qui, après avoir décrit de chaque côté une courbe à convexité dorsale, revient parallèlement à la grande couronne, et *en avant* d'elle, sur toute sa moitié ventrale.

Contrastant avec le développement de ces organes, dits *olfactifs*, et des yeux, dont au moins les plus gros, reposant directement sur la plaque apicale, ainsi que l'antenne médiane, sont munis d'un cristallin, l'état rudimentaire des antennes s'explique par la persistance de la couronne locomotrice dont elles ne pourraient que gêner les mouvements en se rabattant sur elle si elles étaient longues. Leur rôle est du reste joué par les cirres des segments post-oraux.

La grande couronne n'est pas seulement un appareil de transport passif, comme chez les *Polygordius* et le *Lopadorhynchus*. Ses divers états de contractions sont aussi variés que ceux du voile d'une larve de Mollusque; quoique, bien entendu, sa rétraction ne puisse être aussi complète. Elle peut se relever en collerette autour de l'hémisphère supérieur, ou se rabattre autour de l'hémisphère inférieur. Quand elle n'est pas entièrement étalée, elle montre, dans sa moitié dorsale seulement, quatre festons symétriques par rapport au plan sagittal et, sur les préparations, on la trouve repliée ainsi, avec la plus grande régularité.

Il n'y a pas de couronne post-orale et l'on ne voit auprès de la bouche aucun rudiment d'appendices.

Que la trochophore des *Polygordius* soit en partie rejetée, ou qu'elle se réduise graduellement pour devenir la tête du ver, nous n'avons aucune raison de regarder comme primitive l'énorme disproportion qu'elle présente avec le corps qu'elle entraîne, et qui peut quelquefois, comme chez

d'autres larves indéterminées dont parle Kleinenberg (*Zeitsch. f. Wiss. Zool.*, 1886, p. 194), permettre à ce corps d'être rétracté à son intérieur, lui laissant ainsi l'apparence d'un stade précoce de développement.

Quant à la larve du *Lopadorhynchus*, elle est difforme. Son développement très particulier a suggéré à Kleinenberg (*loc. cit.*) des théories que je ne puis rappeler ici. Mais le simple examen des planches de son Mémoire montre que, contrairement à son opinion, ce développement ne saurait être considéré comme plus primitif que celui des Errantes où les segments se différencient successivement en avant du pygidium, à moins de regarder aussi le développement des Isopodes comme plus primitif que celui des Copépodes réguliers. L'évolution se fait, en somme, ainsi que dans les œufs à grandes réserves nutritives; et les bandelettes mésodermiques ne sont pas encore réunies sur la ligne médiane que leur segmentation est achevée, et les appendices déjà formés. L'appareil larvaire a pour rôle essentiel de constituer les réserves nutritives manquant dans l'œuf, et qui seules permettent ce mode d'évolution. Bien que la partie antérieure du ver en dérive, il était tellement distendu et déformé qu'il disparaît presque entièrement. Le développement de l'Hésionien est certainement plus primitif.

ZOOLOGIE. — *Notions nouvelles sur le Gibbon à barbe blanche* (Hylobates Leucogenys *Ogilby*). Note (¹) de M. **Louis Boutan**, transmise par M. Yves Delage.

Pendant mon dernier voyage au Laos (novembre, décembre 1906, janvier, février 1907) j'ai pu me procurer beaucoup de documents et de renseignements sur les Gibbons qui vivent en Indo-Chine.

L'espèce la plus commune sur la rive gauche du Mékong en Annam et au Tonkin est le Gibbon à barbe blanche (*Hylobates Leucogenys* Ogilby) que l'on considérait jusqu'ici comme une espèce franchement siamoise (²).

J'ai constaté sur cette espèce un fait remarquable et que mes recherches antérieures me faisaient soupçonner.

Dans les troupes de *Leucogenys* composées ordinairement de six à sept

---

(¹) Reçue dans la séance du 17 juin 1907.

(²) Poussargue, article *Mammifères*. — Mission Pavie, *Études d'Histoire naturelle*, t. III.

individus, il existe deux formes très différentes d'aspect : une forme normale, typique, sur laquelle a été basée l'espèce, à fourrure noire et à barbe blanche ; une forme aberrante jaune dorée, dépourvue de favoris blancs. La seconde forme a été décrite comme une espèce spéciale sous le nom d'*Hylobates Henrici* et dédiée par M. Poussargue au prince Henri d'Orléans, qui l'avait tuée près de Laï-Châu, sur la rivière Noire (Tonkin).

L'examen détaillé des dépouilles de ces *Hylobates* jaunes dorés et l'étude de leurs dimensions ([1]) montrent qu'en réalité on a affaire à l'*Hylobates Leucogenys* sous une autre livrée.

Les Laotiens prétendent que la forme jaune dorée représente une forme femelle et, pour expliquer le petit nombre des individus jaunes dorés par rapport aux individus noirs, ils affirment que les mâles ne gardent qu'une femelle par troupeau et tuent les autres. Cette assertion ne saurait être acceptée sans réserves.

En dehors du grand nombre de dépouilles et d'animaux fraîchement tués, j'ai pu me procurer ([2]) à Luang-Prabang deux jeunes échantillons qui permettent de préciser la question.

Le premier est une jeune femelle dont la dentition correspond à celle d'un enfant de 18 mois à 2 ans et se résume dans la formule suivante :

$$\frac{2}{2}\text{ inc.},\quad \frac{1}{1}\text{ can.},\quad \frac{2}{2}\text{ pr. mol.}$$

Bien que je l'élève depuis plus de 3 mois, elle présente encore une livrée de jeune. La teinte générale de la fourrure est gris légèrement roussâtre, avec une teinte brune autour de la face et sur les extrémités des membres. Sur la tête commence à se dessiner une ligne brune qui a tendance à s'étendre sur les parties voisines. Autant qu'on en peut juger, car la livrée des jeunes et les transformations sont encore inconnues, l'animal paraît tendre vers la couleur définitive du *Leucogenys* noir. Les favoris blancs, qui encadrent latéralement la face, déjà aussi bien dessinés que chez les adultes noirs, font pencher pour cette hypothèse.

Le second échantillon est également une femelle, mais sensiblement plus âgée, puisque sa dentition correspond à celle d'un enfant de 6 à 7 ans et se résume dans la formule dentaire suivante :

$$\frac{2}{2}\text{ inc.},\quad \frac{1}{1}\text{ can.},\quad \frac{2}{2}\text{ pr. mol.},\quad \frac{1}{1}\text{ mol.}$$

Sa livrée est absolument semblable à celle du type normal, noire avec favoris blancs.

([1]) Des photographies ont été présentées en même temps que la Note.

([2]) Grâce à l'obligeance de M. Pacle, le sympathique Commissaire du gouvernement français à Luang-Prabang, qui a bien voulu m'aider de tout son pouvoir dans mes recherches.

Ce deuxième échantillon m'avait d'ailleurs été apporté comme un Gibbon mâle et j'ai tout d'abord considéré le premier comme un spécimen de jeune mâle. Ce n'est que lorsque les animaux ont été suffisamment apprivoisés et que j'ai pu les examiner de plus près que j'ai acquis la conviction que j'avais affaire à des femelles.

Cette première incertitude tient à ce que les femelles ont un clitoris remarquablement développé et ressemblant à une verge.

Après l'examen de la Planche figurant les organes génitaux externes de ces animaux, et qui sera publiée dans un Mémoire plus étendu, il est facile de se rendre compte de la ressemblance superficielle qui existe entre les organes mâles et femelles de ces animaux, d'où la confusion qui a été faite par certains auteurs qui ont décrit des formes hermaphrodites.

En résumé : il existe chez le Gibbon à barbe blanche (*Hylobates Leucogenys* Ogilby) un type noir à favoris blancs et un type jaune doré sans favoris blancs, qui avaient été jusqu'ici considérés comme deux espèces particulières.

Les individus jaunes dorés paraissent beaucoup plus rares que les individus noirs et sont considérés par les Laotiens comme des femelles; mais j'ai constaté que les femelles peuvent présenter la livrée noire et les favoris blancs et que, par conséquent, la teinte jaune dorée ne paraît pas être spécifique du sexe femelle.

ANATOMIE COMPARÉE. — *Tableau général du poids encéphalique en fonction du poids du corps.* Note de M. **Louis Lapicque**, présentée par M. Dastre.

Si l'on porte en abscisse le logarithme du poids du corps, en ordonnée le logarithme du poids de l'encéphale, les points représentant les espèces de Mammifères et d'Oiseaux se groupent dans un ordre simple et clair.

On possède des chiffres [1] pour trois espèces de Félins bien différents par la taille, le Chat, le Puma, le Lion; les trois points correspondants se trouvent sensiblement sur une ligne droite. Le Cygne, le Canard sauvage

(1) Les chiffres relatifs aux Mammifères sont empruntés pour la plupart au Mémoire de E. Dubois (*Société d'Anthropologie de Paris*, 1897); la plupart des chiffres des Oiseaux me sont personnels. Quelques Mammifères et quelques Oiseaux sont tirés du travail de Hrdlicka (*Smithsonian miscell. Collections*, Washington, t. XLVIII, 1905).

et la Sarcelle, trois espèces d'une famille assez homogène, donnent aussi une ligne droite, et cette droite est parallèle à la précédente.

Si nous prenons le Rat et la Souris, l'Orang-Outan et le Gibbon, un Perroquet (*Chrysotis amazonicus*) et une petite Perruche (*Palæornis docilis*), le Paon et le Faisan, nous avons des groupes formés seulement de deux animaux *semblables* : nous pouvons toujours faire passer une droite par les deux points de chaque groupe; mais ce qui est intéressant, c'est que toutes ces droites sont sensiblement parallèles entre elles et parallèles aux droites précédentes.

De même, la Girafe, une Antilope (*Oryx beisa*) et un tout petit Cerf (*Cephalophus Maxwelli*) donnent une droite toujours inclinée du même angle sur les axes; de même encore les droites qui joignent la Taupe et le Hérisson, le Ouistiti et le Semnopithèque (*S. maurus*). L'Aigle, la Buse, l'Emouchet donnent une droite qui s'écarte très peu de ce parallélisme.

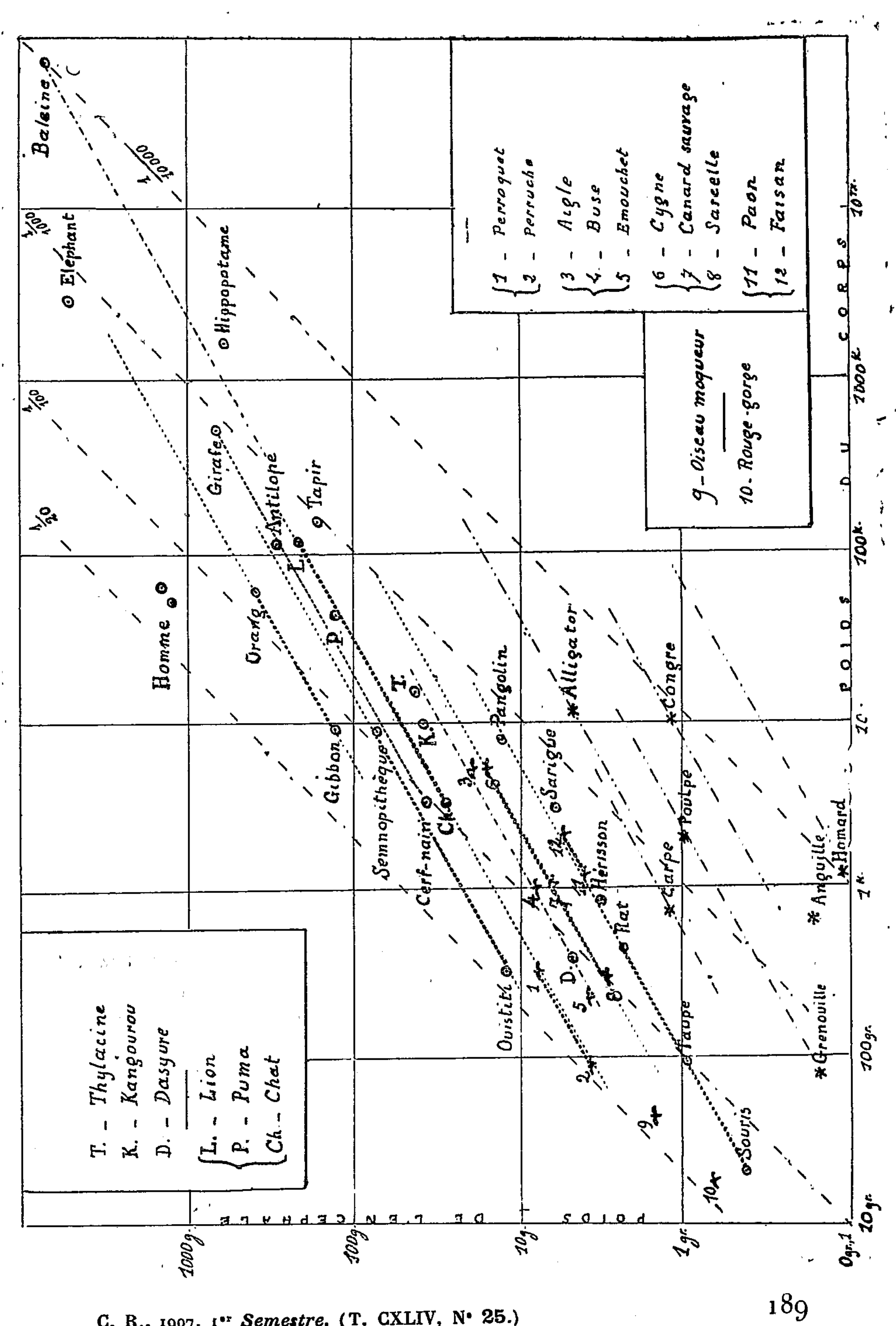
Chacune de ces droites, inclinée d'un angle constant sur les axes, et coupant nettement les droites inclinées à 45° qui représenteraient la proportionnalité simple du poids de l'encéphale au poids du corps, représente donc une équivalence dans l'organisation nerveuse. On peut l'appeler ligne *isoneurale*.

La supériorité ou l'infériorité du poids encéphalique entre deux espèces se juge alors par la portion d'ordonnée comprise entre les *isoneurales* de ces deux espèces. Ces relations apparaissent conformes à ce que nous savons des fonctions nerveuses. C'est ainsi que l'homme est placé considérablement au-dessus de l'ensemble des Mammifères, tandis que la Baleine, qui a pourtant un encéphale cinq fois plus pesant, rentre dans le milieu de la série des Mammifères. Les Oiseaux se superposent à la moitié inférieure de cette série; les Marsupiaux sont compris dans le même intervalle que les Oiseaux. L'Éléphant seul paraît être un peu trop haut.

Cette représentation graphique correspond à la loi que Dubois a trouvée pour les Mammifères et que j'ai montrée s'appliquant aux Oiseaux : le poids de l'encéphale E, en fonction du poids du corps S, est donné par la formule $E = cS^{0,56}$; ce qui peut s'écrire $\log E = 0,56 \log S + \log c$.

Un Tableau graphique a l'avantage de faire apparaître aux yeux des relations qui peuvent échapper sous la forme abstraite de la formule algébrique.

1° Je remarque que, vers la gauche, la rencontre des lignes isoneurales avec la ligne de proportion $\frac{1}{20}$ paraît marquer la limite inférieure du poids du corps dans une famille donnée. Parmi les chiffres que j'ai portés ici, on voit le Rouge-gorge, l'Oiseau-moqueur (*Mimus polyglottus*), la Perruche, l'Ouistiti s'approcher de cette limite : on trouverait d'autres exemples très expressifs en considérant les plus petits chiens et les plus petits hommes; mais je laisse de côté pour le moment l'influence de la taille dans une même espèce, car il faudrait faire intervenir des considérations nouvelles.



Baleine
Eléphant
Hippopotame
Girafe
Antilope
Tapir
Homme
Orang
Gibbon
Semnopithèque
Cerf-nain
Ouistiti
Pangolin
Alligator
Congre
Sarigue
Hérisson
Rat
Carpe
Poulpe
Taupe
Souris
Anguille
Homard
Grenouille
T. - Thylacine
K. - Kangourou
D. - Dasyure
L. - Lion
P. - Puma
Ch. - Chat
1 - Perroquet
2 - Perruche
3 - Aigle
4 - Buse
5 - Emouchet
6 - Cygne
7 - Canard sauvage
8 - Sarcelle
11 - Paon
12 - Faisan
9 - Oiseau moqueur
10. Rouge-gorge
POIDS DU CORPS
POIDS DE L'ENCEPHALE
1000g
100g
10g
1gr
0gr.1
10gr
100gr
1K
10K
100K
1000K

2° Du côté droit, les lignes sont d'autant plus courtes qu'elles sont situées plus bas. Il n'existe pas, au-dessous du Tapir ou de l'Hippopotame, des animaux correspondant aux lignes isoneurales des Mammifères inférieurs. Mais le Pangolin (*Manis javanica*) se trouve sur une des lignes les plus basses, et les grands Edentés fossiles, tels que le *Scelidotherium* et le *Megatherum*, prendraient vraisemblablement leur place aux environs de cette ligne dans l'espace aujourd'hui vide.

Il est facile d'imaginer les raisons biologiques qui ont fait disparaître les animaux possédant à la fois une grande taille et un faible développement cérébral; d'autre part, on aperçoit les raisons anatomo-physiologiques, presque géométriques, qui s'opposent à l'existence d'animaux ayant un encéphale notablement supérieur à $\frac{1}{20}$ de leur masse totale.

A titre simplement de première indication (car la relation du poids de l'encéphale au poids du corps semble ici être différente), j'ai posé les points de quelques Vertébrés à sang froid, et même de deux Invertébrés, le Poulpe et le Homard, en prenant la somme des ganglions sus et sous-œsophagiens comme l'équivalent de l'encéphale.

BIOLOGIE. — *Sur l'association d'un Alcyonaire et d'algues unicellulaires*. Note de M. **Ch. Gravier**, présentée par M. Edmond Perrier.

Les Algues unicellulaires sont extrêmement nombreuses dans toutes les parties d'un Alcyonaire que j'ai recueilli en 1904, dans le golfe de Tadjourah et décrit récemment (*Sarcophytum mycetoides* Grav.), Elles s'y présentent sous deux formes. Les unes sont en forme de sphères de 8^{μ} de diamètre en moyenne, à protoplasme hyalin et qui possèdent un (exceptionnellement deux) corps réfringent dont le volume est un peu supérieur à celui du noyau. Ces zoochlorelles sont localisées dans les autozoïdes et sont surtout nombreuses dans les tentatules. Elles forment, au voisinage de la face supérieure, un revêtement presque continu à la surface des loges. Elles pénètrent aussi dans l'endoderme. L'accumulation des zoochlorelles dans les parties exposées à la lumière se constate chez beaucoup d'Alcyonaires (Bourne) et de Polypes coralliaires (J. St. Gardiner).

La seconde forme de ces Algues unicellulaires est tout autre. Elles sont moins régulières, généralement allongées, de plus grande taille que les précédentes; leur grand axe mesure jusqu'à 18^{μ} ; leur contenu est opaque, granuleux, coloré en jaune ocre assez foncé. Elles sont toutes situées dans le mésoderme, où elles forment des traînées

irrégulières, très serrées, fréquemment anastomosées; on remarque, dans les coupes faites à tous les niveaux, qu'un certain nombre d'entre elles sont en voie de dédoublement. Tout se passe comme si ces cellules, après avoir traversé l'endoderme, digéraient leur propre chemin en sécrétant une diastase appropriée et en se multipliant par bipartition. Ce sont ces algues qui, en réalité, donnent à la colonie sa coloration. Enfermées dans le mésoderme jusqu'à la partie inférieure du pied, dans des régions soustraites à l'influence de la lumière, il est probable qu'elles sont incapables de se procurer par elles-mêmes les matériaux dont elles ont besoin et que, par conséquent, elles vivent aux dépens de leur hôte.

L'ovule de l'Alcyonaire est envahi par elles bien avant de se séparer de la cloison où il s'est développé. Quand le mésoderme s'est accru, les Algues quittent la capsule endodermique qui les a abritées jusque-là, pénètrent dans le mésoderme et s'y multiplient.

Elles fournissent ensuite des spores d'où dérivent les zoochlorelles qui gagnent les parties supérieures, transparentes des polypes exposées aux radiations solaires, grâce auxquelles elles peuvent former des matières de réserve. Transmettent-elles à l'animal une partie des substances hydrocarbonées qu'elles fabriquent? La question n'est pas élucidée actuellement. Il semble acquis qu'un grand nombre d'entre elles sont digérées par l'Alcyonaire.

Il y aurait à distinguer deux périodes dans la vie de ces organismes : une première, pendant laquelle ils vivent à l'état parasitaire, à l'intérieur du mésoderme et une seconde pendant laquelle elles pourvoiraient à leur propre subsistance et contribueraient en même temps et directement à l'alimentation de la colonie qu'elles habitent. Les autozoïdes ont une musculature très réduite et ne peuvent se livrer à une chasse active. J'en ai examiné un grand nombre; dans aucun je n'ai trouvé trace de proie animale. E.-M. Pratt (1905) a mentionné le même fait chez beaucoup d'Alcyonaires tropicaux.

Si les choses se passent bien ainsi, ce qui est fort vraisemblable, il y aurait un parallélisme assez complet entre les relations des deux parties de l'association et celles qui ont été indiquées par Gamble et Keeble (1904) entre les *Convoluta* et les cellules vertes qui vivent à leur intérieur.

En somme, l'Algue parasite l'Alcyonaire dans la première partie de son évolution et lui assure en grande partie son alimentation durant la seconde période. Il y a, entre les deux colonies étroitement liées l'une à l'autre, bénéfice réciproque et alternatif. Il n'en est pas moins vrai qu'il y a, entre elles, une association qui, par bien des côtés, rappelle les Lichens. Chez ces derniers, il s'en faut que la symbiose soit toujours aussi harmonieuse qu'on se la représente quelquefois. A. Elenkin (1901) a souligné l'insuffisance de la théorie du *consortium* ou de la *symbiose mutualistique* développée par Renike et par de Bary. Il rappelle le cas des gonidies perforées par les hyphes, étudié par Bornet et Hedlund et celui des gonidies digérées par les hyphes

(Errera, Lindau, Bitter, Elenkin). Dans ces cas il y a, non pas symbiose, mais *endosaprophytisme*.

PHYSIOLOGIE. — *De la mesure du champ pulmonaire et de son activité.* Note [1] de M. **Gabriel Arthaud**, présentée par M. Lannelongue.

Il est du plus haut intérêt, en Physiologie ou en Pathologie pulmonaire, de pouvoir mesurer l'étendue du champ respiratoire et l'activité des échanges dont il est le siège.

Nous avons, depuis plusieurs années, effectué dans ce but des séries de mesures très étendues et des expériences nombreuses dont cette Note résume les résultats.

I. La première méthode que l'on peut utiliser repose sur la *fréquence du pouls* dans ses rapports avec l'activité des échanges intra-pulmonaires ou, autrement dit, d'après le *coefficient d'absorption du sang* pour l'oxygène. Ce coefficient x peut toujours être calculé en fonction de quantités mesurables, d'après la relation nécessaire

$$x = \frac{O}{Pm},$$

en désignant par O l'oxygène absorbé et par Pm le débit du cœur.

Pour un même individu et dans les circonstances les plus variées, ce coefficient change peu et doit être considéré comme une mesure de la perfection du mécanisme des échanges ou comme une mesure de l'intégrité du poumon. La moyenne normale est de 3 à 4 et ne descend jamais au-dessous. Au point de vue pathologique, si on laisse de côté les états pyrétiques et si l'on n'envisage que l'état de repos, comme O et m, c'est-à-dire l'oxygène consommé et la valeur de l'ondée ventriculaire, sont des constantes qu'il est d'ailleurs facile de mesurer par des moyens que nous décrirons dans un autre travail, la relation fondamentale se simplifie et devient, en remplaçant O et m par leur valeur moyenne,

$$x = \frac{240}{P},$$

ce qui revient à dire, puisque le pouls normal de l'état de repos apyrétique varie de 60 à 80, que x oscille entre 4 et 3 et que la valeur moyenne est 3,5, chiffre que confirment les expériences directes.

---

(1) Présentée dans la séance du 17 juin 1907.

Par conséquent, on peut poser en principe que la valeur physiologique du poumon est en raison inverse de la fréquence du pouls. C'est la *loi de la tachycardie* que nous avons signalée comme importante pour apprécier l'étendue des lésions dans les affections du poumon. Mais il convient pour en apprécier la valeur de ne pas confondre cette accélération régulière avec les tachycardies paroxystiques comme le font la plupart des auteurs modernes qui ont traité de cette question.

Dans les cas franchement pathologiques la valeur de x descend progressivement au-dessous de 2 proportionnellement à l'impotence fonctionnelle du poumon.

II. Le deuxième procédé utilisable découle de l'étude de la *ventilation pulmonaire* et a pour base la relation

$$y = \frac{O}{RA}$$

(en désignant par y le coefficient d'absorption rapporté à la ventilation : produit de la fréquence R et de l'amplitude A).

La ventilation V se mesure par des moyens multiples et est donc facile à déterminer. Ce coefficient nouveau est, de même que le précédent, fonction de l'intégrité du poumon et tend à rester constant pour un même individu.

Sa valeur normale oscille entre 6 et 4 avec moyenne de 5.

Dans l'état pathologique et proportionnellement aux lésions il descend à 2,5 et même à 2 dans les cas extrêmes.

Nous noterons en passant que le *coefficient d'excrétion* de CO^2 suit une marche parallèle.

III. Les deux procédés ci-dessus permettent d'apprécier par conséquent dans toutes circonstances l'intégrité des éléments du champ pulmonaire, mais ne permettent point de mesurer l'étendue de ce champ.

Une méthode simple permet d'obtenir également ce résultat. En raison de l'obligation pour l'organisme d'oxygéner en entier le sang veineux Pm livré au poumon pendant un temps donné et de le transformer en une quantité de sang artériel MR correspondante, il y a nécessairement l'égalité

$$\frac{M}{m} = \frac{P}{R}.$$

Donc, si l'on prend l'ondée ventriculaire presque constante pour unité,

la capacité du poumon M est exprimée par le rapport $\frac{P}{R}$ entre le pouls et la respiration.

A l'état normal ce rapport, et par conséquent le poids du sang contenu dans le poumon à chaque inspiration, est sujet à deux oscillations très grandes selon l'état de repos ou d'activité. Les chiffres extrêmes oscillent entre 2,5 et 7,5 avec une moyenne générale 5 voisine de la capacité anatomique du poumon. Au repos, chez la plupart des individus sédentaires, le rapport est variable entre 4 et 5 avec moyenne 4,5. Ce chiffre concorde avec ceux de Marey, 4,3, et de Richet.

Sous l'influence de l'exercice cette valeur s'élève toujours (Marey, Richet, Mosso, etc.), sous l'influence du repos elle s'abaisse. Cependant chez deux individus soumis à l'entraînement la moyenne tend à s'abaisser.

En pareil cas le pouls conservant sa fréquence la respiration devient plus fréquente et R tend à devenir égal à A. C'est ainsi que Dumeny donne pour l'école de Joinville des respirations à l'état de repos montant à 25 au lieu de 16. Le rapport $\frac{P}{R}$ devient en conséquence égal à 2,5 ou 3 sans état pathologique.

En général, la fièvre a toujours pour effet de faire croître le rapport au-dessus de la moyenne. Par conséquent, dans les maladies aiguës, le champ pulmonaire tendra toujours à s'agrandir. Dans les maladies chroniques, ce rapport restera constant ou se modifiera peu. A cette règle il n'y a qu'une exception relative aux maladies du poumon primitives ou secondaires. Dans le cas de lésions du poumon, la pratique montre que le rapport $\frac{P}{R}$ est toujours abaissé.

Il y a donc un élément de diagnostic différentiel très important et trop négligé dans l'étude des rapports entre la respiration et le pouls.

Comme la fièvre augmente toujours la quotité de ce rapport, il convient, quand ce rapport s'abaisse au-dessous de 5 dans une affection fébrile, de conclure sans exception à une atteinte du poumon. De même, dans l'état apyrétique, quand le rapport descend au-dessous de 4, le pouls restant normal.

Pour faciliter, dans nombre de cas, les diagnostics difficiles, cette notion est importante à retenir en raison surtout de la facilité pratique de cette constatation.

PHYSIOLOGIE. — *De l'action physiologique de quelques matières colorantes et de leur élimination urinaire.* Note (¹) de MM. **Jean Gautrelet** et **Henri Gravellat**, transmise par M. Yves Delage.

Les recherches que nous avons entreprises sur l'action physiologique de quelques couleurs d'aniline et d'un certain nombre de colorants végétaux, ont fait depuis plus de deux ans l'objet d'une série de communications à la Société de Biologie. L'un de nous (H. Gravellat, Bordeaux, 1907) a dans sa thèse développé les protocoles d'expériences et donné une mise au point de la question avec bibliographie.

C'est la synthèse de nos recherches que nous exposons aujourd'hui. Nos conclusions se peuvent classer sous trois chefs :

A. Les couleurs d'aniline dont nous avons fait l'étude, en les injectant dans le tissu sous-cutané du lapin, à la dose de 5^{cg}, en les faisant ingérer à l'homme aux doses de 5^{cg}, 15^{cg}, 30^{cg}, peuvent se diviser au point de vue physiologique en :

Colorants actifs.

Colorants inactifs.

Les colorants actifs, tel et surtout le bleu de méthylène que nous avons pris comme type, mais également le violet de méthyle, l'éosine, le rouge neutre, manifestent leur activité :

1° Sur la nutrition, en ralentissant les échanges dans l'intimité des tissus (abaissement considérable de l'azote total);

2° Sur le rein, en diminuant pour une part son activité sécrétoire;

3° Sur le foie : diminution de la fonction uréopoïétique (légère ammoniurie conséquente) et de la fonction glycogénique.

Les colorants inactifs, tels le bleu marine, le vert malachite, traversent l'organisme sans produire de modifications fonctionnelles analogues.

Les colorants végétaux : le carmin d'indigo, la garance, l'hématoxyline sont inactifs.

B. A considérer l'élimination urinaire :

Certains des colorants étudiés passent dans les urines en nature, bleu de méthylène, éosine, rouge neutre, fuchsine, ou sous forme de chromogène, bleu de méthylène, hématoxyline.

D'autres ne passent pas dans les urines sous les formes précipitées (vert malachite, bleu marine); l'emploi des réactifs propres aux leuco-dérivés est négatif.

La transformation en leuco-dérivés est un fait de simple réduction, mode d'activité générale des tissus.

(¹) Reçue dans la séance du 17 juin 1907.

La présence de sulfo-conjugués analogues à l'indican est constante dans les urines de l'animal ou de l'homme après injection ou ingestion de colorants ne passant pas dans les urines, soit en nature, soit sous forme de chromogène.

L'ablation du foie chez l'animal fait apparaître le chromogène dans les urines où il n'était pas décelable auparavant. Normalement, le foie transforme donc d'une façon radicale les matières colorantes d'aniline ne passant pas dans les urines, soit en nature, soit sous forme de leuco-dérivés, en remaniant complètement leur formule ou les transformant en sulfo-conjugués.

Enfin, les chiffres de toxicité sont des plus instructifs. Comme c'était à prévoir, il y a une relativité entre la dose active et la dose toxique d'un colorant.

Lorsque 5^{cm^3} de bleu de méthylène ou de violet de méthyle à saturation suffisent à tuer un lapin moyen ($0^g,25$ par kilogramme), nous avons obtenu la survie du même animal avec 50^{cm^3} de nigrosine : la dose toxique pour ce colorant et pour le bleu marine est d'environ $0^g,75$ par kilogramme.

HYDROLOGIE. — *Sur les gouffres de la mer et le volcanisme.* Note de M. **E.-A. Martel**, présentée par M. Albert Gaudry.

Dans un récent Traité des volcans, M. Mercalli [1] vient de rappeler l'attention sur l'intervention (si contestée) des infiltrations d'eau de mer dans les éruptions.

A ce propos, et sans vouloir entrer dans la grande discussion toujours pendante à ce sujet, je crois opportun d'indiquer qu'il y aurait lieu d'en reprendre l'étude d'après la nouvelle base suivante :

On sait que, depuis 1835, on a vainement cherché à expliquer le phénomène dit des *moulins de la mer* à Argostoli (île de Céphalonie), où des fissures du rivage calcaire absorbent l'eau même de la mer et la font, en permanence, écouler dans le sol à raison de 600^l à 700^l par seconde; aucune hypothèse n'a rendu un compte satisfaisant de ces disparitions d'eau marine.

Or, le phénomène d'Argostoli, considéré longtemps comme exceptionnel, est bien plus fréquent qu'on ne le croit; de nouveaux et nombreux exemples ont été cités par Lorenz, Fouqué, Philippson, Issel, Fischer,

(1) *Vulcani attivi*, p. 397. Milan, Hœpli; 1907.

von Knebel, etc., à Céphalonie même, à Arad (Phénicie), à Milo (Archipel), en Péloponèse, Dalmatie, etc.; au sud d'Abbazia (Istrie), le puits du Diable engloutit même, selon von Knebel, 1000^l d'eau de mer par seconde.

M. Perronne vient de se demander si les soi-disant sources sous-marines de Tarente ne sont pas plutôt des gouffres absorbants [1]. Nulle part on n'a pu retrouver le point de réapparition des eaux de mer ainsi *enterrées*.

J'ai toujours pensé que ces absorptions littorales sont de véritables abîmes marins, conduisant l'eau salée plus ou moins bas dans les profondeurs du sol, d'où elles remontent, soit sous forme de sources thermo-minérales, soit en contribuant aux réactions du volcanisme. La multiplication avérée de ces pertes le long des rivages autorise parfaitement à croire que, dans le creux des mers actuelles, de telles sortes d'absorptions existent au large des côtes et même à de grandes profondeurs; là aussi peuvent bâiller, par analogie avec ce qu'on a constaté dans les lacs, des fissures (failles ou diaclases) nullement colmatées par les vases et sables marins; ces *gouffres de la mer* n'ont pas dû être aveuglés par les dépôts sédimentaires, puisque MM. Pruvot et Robert, par exemple, ont trouvé au large du cap Creux (Pyrénées-Orientales) un gisement de coquilles pliocènes non recouvertes, ce qui témoigne de la lenteur de la sédimentation sous-marine.

Si l'océanographie, qui a reconnu déjà tant de sources et vallées sous-marines, ne nous a pas encore révélé de pertes, c'est à cause de la difficulté de la constatation et aussi sans doute faute de les avoir recherchées; il importe que l'attention des explorateurs marins soit attirée sur ce point. Il n'y a aucune imprudence à leur promettre des résultats féconds sans doute.

De même que beaucoup de nos abîmes terrestres, mis à sec par des régressions marines, ont pu constituer jadis des engouffrements au fond des mers géologiques transgressives, de même que de nombreux lacs (Alpes, Jura, Pyrénées) sont pourvus actuellement de déversoirs souterrains (voir les travaux de Delebecque, Magnin, Fournier, Belloc, Lugeon, etc.), de même les pertes sous-marines doivent exister à notre insu dans les fonds océaniques, bouleversés et fissurés par les séismes, les mouvements tectoniques et les éruptions volcaniques elles-mêmes (dislocations sous-marines de la montagne Pelée); dans ces crevasses, agrandies par les pressions et les tourbillons, les eaux salées trouvent des réceptacles, dont beaucoup peuvent les conduire au magma fluide interne, à l'océan périphérique

(1) *Carta idrografica d'Italia*, fasc. 32, 1906, p. 337.

igné, ou aux laccolithes isolés de Stübel (quelle que soit la théorie adoptée) et les faire concourir ainsi, par réactions chimiques (du chlorure de sodium sur les laves souterraines), aux mouvements ascensionnels des matières éruptives. L'accès de l'onde marine vers ces matières s'expliquerait beaucoup plus facilement par les cassures-abîmes océaniques que par l'hypothèse (controversée) de Daubrée, qui admettait la pénétration de l'eau de mer à travers l'écorce terrestre, par suite des pressions et de la capillarité.

Bref, ce que nous savons des abîmes terrestres, des pertes sous-lacustres et littorales, nous oblige à considérer que de pareilles absorptions fonctionnent vraisemblablement au fond des mers et que, en conséquence, le rôle des infiltrations et des pertes sous-marines n'est nullement négligeable en matière de volcanisme (malgré les négations dont il a été l'objet); l'éclectisme le plus large étant ici indispensable pour résoudre toutes les questions si litigieuses qui se rapportent aux phénomènes éruptifs, il est nécessaire que les futures études d'océanographie comprennent désormais la recherche détaillée des pertes sous-marines. Il est probable qu'elles aideront de cette manière à éclaircir les obscurs problèmes du volcanisme.

M. **A. Mabille** adresse une *Théorie des conjugaisons de courants d'air à 90°*.

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

M. **Georges Hyvert** adresse un Mémoire *Sur la caractérisation des substances alimentaires et notamment des vins de sucre*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

A 4 heures l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

G. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 juin 1907.

L'Académie des Sciences de l'Institut de France à l'Université royale d'Upsal, 23 mai 1907. (A l'occasion du deuxième centenaire de Linné.) Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 fasc. in-f°.

L'Académie des Sciences de l'Institut de France à M. le Président du Comité institué à Bologne sous le haut patronage de S. M. Victor-Emmanuel III, Roi d'Italie, pour la commémoration du troisième centenaire de la mort d'Ulysse Aldrovandi. Paris, Imprimerie nationale, 1907; 1 fasc. in-f°.

Le Prince Roland Bonaparte, délégué par l'Académie aux fêtes du deuxième centenaire de Linné à Upsal et à Stockholm, présente les Ouvrages suivants :

Université royale d'Upsala : *Invitation du Recteur pour assister aux fêtes du bicentenaire de Linné, le* 23 *et le* 24 *mai* 1907. Upsal, imp. Edv. Berling, 1907; 1 vol. in-8°.

Invitation pour assister à la promotion des docteurs en Théologie dans la cathédrale d'Upsala, publiée par le promoteur J.-A. Ekman. Upsal, Almquist et Wiksell, 1907; 1 vol. in-8°.

Invitation pour assister à la promotion des docteurs en Philosophie dans la cathédrale d'Upsala, le 24 *mai* 1907, publiée par le promoteur Tycho Tullberg. Upsal, 1907; 1 vol. in-8°.

Invitation pour assister à la promotion des docteurs juris utriusque *dans la cathédrale d'Upsala, le* 24 *mai* 1907; publiée par le promoteur Hugo Blomberg. Upsal, 1907; 1 vol. in-8°.

Invitation pour assister à la promotion des docteurs en Médecine dans la cathédrale d'Upsala, le 24 *mai* 1907, publiée par le promoteur Karl Petrén. Upsal, 1907; 1 vol. in-8°.

Linné och växtodlingen, af M.-B. Swederus. Upsal, 1907; 1 fasc. in-8°.

Un grand portrait de Linné, peint par Krafft, reproduit par l'héliogravure.

Linné-jubiléet (un numéro de la Revue *Hela Världen,* 18 mai 1907, n° 20. 1 fasc. in-4°.

Upsala. Renseignements pratiques sur les curiosités d'Upsal et de ses environs. Upsal et Stockholm, 1907; 1 fasc. in-8°.

D'autre part l'Académie royale des Sciences de Suède adresse les Ouvrages suivants :

Ad memoriam primi sui Præsidiis ejusdemque e conditoribus suis unius Caroli Linnæi opus illud quo primum systema naturæ per tria regna dispositæ explicavit, Regia Academia Scientiarum Svecica biseculari natali auctoris denuo edidit. Stockholm, 1907; 1 fasc. in-f°.

Skrifter af Carl von Linné, utgifna af kungl. Svenska Vetenskapsakademien : I. *Flora Lapponica,* öfversatt till svenska språket, af TH.-M. FRIES. II. *Valda smärre skrifter af allmänt naturvetenskapligt innehåll,* dels af honom författade på svenska språket dels öfversatta af NÅGRA HANS LÄRJUNGAR och TH.-M. FRIES. III. *Classes plantarum,* opus denuo editum. Upsal, 1905-1906; 3 vol. in-8°.

Carl von Linnés betydelese såsom naturforskare och läkare. Skildringar utgifna af kungl. Vetenskapsakademien i anledning af tvåhundraårsdagen af Linnés födelse, Upsal, 1907; 1 vol. in-8°.

Études paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines, par M. CHARLES JACOB. Grenoble, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent. Hommage de l'auteur.)

Mémoires concernant l'histoire naturelle de l'Empire chinois, par des Pères de la Compagnie de Jésus; t. V, 2e cahier : *le P. Heude et le Musée de Zi-Ka-Wei,* avec portrait, cartes et planches. Chang-Haï, 1906; 1 fasc. in-f°. (Présenté par M. de Lapparent.)

La santé des Européens entre les tropiques. Leçons d'Hygiène et de Médecine sanitaire coloniales, par ALEXANDRE LAYET. 1re Partie : *Le climat, le sol, les agents vivants d'agression morbide.* Paris, Félix Alcan, 1906; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Bouchard.)

Extraits de *The proceedings of the IVth international ornithological Congress,* 1905 : *La perdrix grise des Pyrénées,* par LOUIS BUREAU. — *Monographie de la Sterne de Dougall (Sterna Dougalli),* par LOUIS BUREAU. — *Sur un Atlas des planches coloriées de l'Ornithologie de Brisson attribué au peintre Martinet, provenant de la vente Alph. Milne-Edwards,* par LOUIS BUREAU. 3 opuscules in-8°. (Présentés par M. Giard.)

Notizie storiche su Luigi Chiozza con lettere inedite di Ch. Gerhardt ed altri chimici. Memoria del socio ICILIO GUARESCHI. Turin, 1907; 1 fasc. in-4°. (Présenté par M. Haller. Hommage de l'auteur.)

Manuel de l'Arbre, pour l'enseignement sylvo-pastoral dans les écoles, par E. CARDOT. Paris, Touring-Club de France, 1907; 1 vol. in-4°; exemplaire n° 452. (Hommage du Touring-Club de France.)

Expédition antarctique belge. Résultats du voyage du S. Y. Belgica en 1897, 1898, 1899. Rapports scientifiques. Zoologie : Ostracodes, Méduses, Holothuries, Insectes. Anvers, 1906; 4 fasc. in-4°.

On a general numerical connexion between the atomic weights, by J.-H. VINCENT. (Extr. de *The Philosophical Magazine,* juillet 1902.) 1 fasc. in-8°.

FIN DU TOME CENT QUARANTE-QUATRIÈME.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1907.

TABLE DES MATIÈRES DU TOME CXLIV.

A

CHIMIE ANALYTIQUE.

CHIMIE BIOLOGIQUE.

CHIMIE GÉNÉRALE.

CHIMIE INORGANIQUE.

CHIMIE ORGANIQUE.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE.

CHIMIE PHYSIQUE.

CHIMIE VÉGÉTALE.

CRISTALLOGRAPHIE.

D

E

F

G

GÉOLOGIE.

H

I

L

M

MATHÉMATIQUES.

N

O

P

PALÉONTOLOGIE.

PATHOLOGIE.

PHYSIOLOGIE.

PHYSIQUE.

Q

R

S

T

V

Z

ZOOLOGIE.

TABLE DES AUTEURS.

A

B

C

D

E

F

G

H

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

Z

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS.

39351 Quai des Grands-Augustins, 55.